

Kalydi György

Egy nagy magyar gyógyszervegyész Kabai János (1896. Búdszentmihály – 1936. Budapest)

A 2006-os esztendőben kettős évfordulót ünnepelnek a vegyészek és a gyógyszerészek, ugyanis 110 éve született és 70 éve halt meg az a magyar gyógyszerész, aki először Magyarországon, majd szabadalmaival az egész világon bevezette az ipari méretekben történő morfingyártást.

Ki is volt ez a fiatalon -40 évesen- elhunyt vegyész?

Kabai János 1896. december 27-én született a Szabolcs megyei Búdszentmihályon (ma Tiszavasvári). Apja Kabai József a falu megbecsült és köztiszteletben álló jegyzője, anyja Deák Piroska, egy tehetséges orvoscsalád leszármazottja volt. Kabai János tehát jómódú családba született öt testvérével együtt.

A kis János már fiatalon érdeklődött a természet iránt, szorgalmasan kutatta az ismeretlent, a megmagyarázhatatlan dolgokat. Erre talán az az eset a legjobb példa, amikor a majd 7 éves kisfiú az iskola végzetével nem haza vette az útirányt, hanem a falu végére sétált. Arra a kérdésre, hogy mit keresett ott, egyszerűen azt felelte: az éppen kialakult szivárvány végét kereste.

Az általános iskolát helyben, a középiskolát Hajdúnánáson, Nyíregyházán, Nagykálóban végezte, majd 1915-ben érettségizett Hajdúnánáson. A természet és a reáltudományok iránt érdeklődő fiú beiratkozott a Műszaki Egyetemre, de a háború félbeszakította ezt a jól induló pályát és bevonult katonának. A mindig sovány, gyenge fizikumú, vézna testalkatú újoncot nem vitték a harctérre, inkább a hátszágban végzett oktató munkát egy laktanyában.

A háború befejeztével beiratkozott gyógyszerésznek, és 1923-ban lediplomázott. Első munkahelye a Gyógynövény Kísérleti Állomás volt, ahol főnöke Augusztin Béla professzor lett. Az ismeretség már korábban eredt, hiszen Kabait már az egyetemen is tanította a botanika rejtelmére. A tanár-diák kapcsolat először kollegálissá, majd később baráti váfonódott. A Gyógynövény Kísérleti Állomás nem csak tudományos és szakmai szempontból volt gyümölcsöző hely számára. Itt ismerkedett meg későbbi

feleségével, állandó munkatársával, segítőjével, Kelp Ilonával, aki vegyész végzettséggel rendelkezett.

Kabai új munkahelyén sem tétlenkedett, nekiállt annak a munkának, ami már régóta foglalkoztatta, mégpedig hogy hogyan lehet a mákból morfiumot kinyerni úgy, hogy a kábító hatású ópiumot elkerülje.

1924 szeptembere és 1925 májusa között Kabai feleségével kidolgozta az úgynevezett zöld eljárást, amely során zöld máknövényből sikerült ipari méretekben morfiumot előállítani.

Az eljárás röviden így nézett ki: a mákot (papaver somniferum) virágzás után lekaszálták, apróra zúzták, majd egy présen átnyomták és a levét hordókban gyűjtötték össze. Mivel a teljes növényi test tartalmazza a kivonandó alkaloidákat, ezért a növény minden egyes részét (levelét, szárát...) fel lehetett használni. Megfelelő fizikai és kémiai műveletek sorozatával kinyerték a morfiumot. (A történeti hűséghez hozzátartozik, hogy már jóval Kabai előtt Sertürner felfedezte a morfiumot, amelyet Morpheusról az alvás istenéről nevezett el. Kabai az ipari eljárást dolgozta ki.) Kabai tudta, hogy a laboratóriumban kikísérletezett folyamatok nem biztos, hogy úgy mennek végbe a valóságban, ipari méretek között ahogy tervezte, ezért ezt is ki akarta próbálni. Szülőfalujában Búdszentmihályon felépített egy gyárat, amelyet családi vállalkozásként indítottak el. Neve Alkaloida Vegyészeti Gyár Részvénytársaság lett. (Ma ICN Magyarország)

Nemhiába tartott Kabai a nagyüzemi gyártástól, sorra elő is jöttek a problémák. Ezek a negatív tapasztalatok nem törték le a lelkesedését, sőt még inkább munkára ösztönözték.

Ilyen volt például, hogy a mák egyszerre érett be minden gazdánál, így a gyár nem volt képes a nagy mennyiségű anyag feldolgozására. Ezt a következő évben úgy oldotta meg, hogy a mákot a gazdákkal folyamatosan kisebb-nagyobb időeltolódással vettette el, így a növény folyamatosan érett be.

Másrészt a felaprított növény a meleg nyári napon elkezdett erjedni, így sok alapanyag tönkrement. Ezt is megoldotta, hiszen konstruált egy gépet, amely képes volt az aratás színhelyén kipréselni a szükséges nedvet, amit ott helyben be is sűrítettek. Így nem erjedt meg az anyag. Ezek a kellemetlen tapasztalatok arra ösztönözték, hogy más eljárást keressen.

A szorgos munkának meg is lett az eredménye, ugyanis 1932-re kész lett a „száraz eljárás” kikísérletezésével. Rájött ugyanis arra, hogy a száraz mákszalmból, gubóból miként lehetne kivonni az alkaloidokat. Ez

azonban abban az időben „eretnek” elképzelés volt, hiszen minden „valamire való” tudós úgy gondolta, hogy a mák elszáradásával a benne lévő alkaloid is tönkremegy. A száraz mák kicséptelt szalmáját savval kezelte, majd az oldatot bepárolta. Ekkor morfin tartalmú szirupszerű anyagot kapott, amit tovább feldolgozva megkapta a morfiomot.

Ezzel a szabadalmi eljárással megoldotta a zöld eljárásnál felmerülő problémákat, másrészt a korábban értéktelen mákszalmából értékes morfiomot állított elő. Ugyanakkor az sem mellékes, hogy a mák termése megmaradt, ami hazánkban mindig fontos élelmiszeripari alapanyag volt. Végül a módszer során nem keletkezett az a veszélyes ópium, amit egyes kábítószer-élvezők előszeretettel fogyasztottak.

Az új eljárással egyre többet termelt a gyár. A termelési adatok magukért beszélnek 1930-ban 5 kg morfin, 1933-ban 192 kg, míg 1936-ban már 724 kg. Napjainkban pedig már 30 tonnát termelnek évente.

Nem csodálkozhatunk azon, hogy rövid időn belül 10 ország is átvette a szabadalmat.

Varsóban is létesült egy fióküzem, ahova Kabay is elutazott, hogy szakértelmével segítsen az ottani mérnököknek a gyár létrehozásában. Itt azonban a folyamatos megterhelés következtében gyermekkori sérve kizáródott. A lengyel orvosok tünetileg kezelték a problémát, de operációt javasoltak. Magyarországon elvégezték a szükséges műtétet, de szövödmények merültek fel, aminek következtében 1936. január 29-én meghalt.

Most pedig vizsgáljuk meg egy kicsit részletesebben az ópiumot, illetve a morfiomot!

Ha az éretlen mákgubót mélyen bemetsszük, akkor egy tejszerű nedv folyik ki belőle, ez az ópium. A szó görög eredetű, nedvet jelent. Ez egy fehér színű, sűrűn folyó folyadék, de a levegőn hamar megbarnul.

Ma már lehetetlen megmondani ki, hol és mikor vette észre, hogy ennek az érdekes növénynek a tejnedve bármire is felhasználható. Az azonban biztos, hogy a sumérok már 5000 évvel ezelőtt használták az ópiumot. Ennek az anyagnak az emberi szervezetre gyakorolt hatását már az ókorban felismerték. Használták gyógyszerként, de pontosan leírták azt is, hogy a mértéktelen fogyasztása hozzászokáshoz vezet, amelynek a végén függőség alakul ki.

Galenus észrevette, hogy sok esetben adják a mákfőzetet a gyerekeknek, ha azoknak a fájdalmát igyekeznek csökkenteni (A népi gyógyászat Magyarországon még a XX. században is alkalmazta ezt az eljárást.)

A mákot kultúrnövényként keleten ópiumszerzés céljából, míg Európában olajos magjáért termesztették. A mag ledarálva tésztatöltetet, kisajtolva pedig olajat eredményezett. Sokan úgy vélik, a kipréselt olaj vetekszik az olívaolajjal. Hideg sajtolással étolajat, meleg eljárással pedig festékolajat állítottak elő.

Milyen kapcsolat van az ópium és morfiom között? A választ először a már említett Sertürner német vegyész, gyógyszerész adta meg. Valójában egy gyakorlati problémát akart megoldani (a tudományok történetében nem először). Ő mint gyógyszerész sokszor szembesült azzal a problémával, hogy a betegeknek felírt ópium annak ellenére, hogy azonos mennyiségű volt, a pácienseknél más és más hatást váltott ki. Nem is beszélve az ópium kellemetlen mellékhatásairól. Visszavonult hát laboratóriumába és vegyész ismereteit kiaknázva elkezdett kísérletezni. Felfedezett egy új anyagot, amit ópiumsavnak nevezett majd hosszú, évekig tartó kísérletek sorozatával bebizonyított, hogy ez az ópium legfontosabb hatóanyaga, amelyet morfiomnak keresztelt.

Úgy gondolom mindenki számára ismert, hogy korunk egyik legnagyobb problémája az óriási mértékben terjedő kábítószer élvezet. Egyre fiatalabb korban nyúlnak a „szer” után és egyre „keményebb” drogokat fogyasztanak. Ez azonban nem csak ennek a századnak a problémája. Olyannyira nem, hogy már háború is tört már ki a kábítószer miatt.

Anglia, mint a világ egyik vezető hatalma a XVI. század végén abból a célból hozta létre a Kelet-indiai Társaságot, hogy a Távol-Keleten lebonyolítsa az anyaország kereskedelmét. A Társaság Indiából kiindulva Kínával is üzletelt, ahonnan selymet, teát és sok értékes cikket vásárolt. A Társaság vezetői úgy gondolták, hogy ezekért az árukért ópiummal fizetnek, amely Indiában nagy mennyiségben állt rendelkezésükre. Az üzletet természetesen feketén végezték, amely jól is működött mindaddig, míg a kínai kormány meg nem elégte, hogy a dolgozók nagy része rászokott a kábítószerre és ezáltal erkölcsileg, szellemileg és testileg is roncsokká váltak. (Hozzá kell tenni, hogy a kormányt valójában nem humánus szempontok vezérelték, hanem inkább az, hogy nem állt rendelkezésükre megfelelő számú munkaerő.) Ekkor erőiesen fellépett az ópiumkereskedőkkel szemben és halállal büntetett minden vele kapcsolatos cselekményt. Az angol kormányt érzékenyen érintette a piac elvesztése és háborút indított Kína ellen. A harc egyenlőtlen volt és a kínaiak kevésbé képzett hadserege sorra vesztette a csatákat, majd az egész háborút. Az angolok pedig ismét folytathatták az ópium árusítását.

A kábítószer szó hallatán sokakban kettős érzés támad. Egyesek lelki szemei előtt megjelennek azok a testi és lelki roncs emberek, akik néhány év alatt tették tönkre magukat ezzel a gyilkos szerrel. Mások viszont arra gondolnak, hogy ismernek olyan személyt, személyeket, akiknek a mérhetetlen fájdalmán az orvosok a morfium nevű gyógyszerrel könnyítettek.

Valóban mindkét tábornak igaza van, hogy melyik csoporthoz tartozik az csak attól függ, milyen személyes „élményei vannak a morfiummal kapcsolatban.

Nekünk kémia tanároknak mindkét lehetőségre fel kell hívnunk a diákok figyelmét. Amikor ezt tesszük, ne felejtjük el megemlíteni, hogy volt egy tehetséges, nagy munkabírású de szerencsétlen sorsú magyar feltaláló, aki ezen a területen tevékenykedett, és ért el világhírnevet.

Felhasznált irodalom:

John J. Kabay: Kabay János magyar feltaláló élete. Tiszavasvári 1992.

Bayer István: A kábítószer Budapest 1989.

Kepler Kurt: A gyógyszerek története Budapest 1964.

Dr. Róka András

ÉSZBONTÓ olvasmányok érdeklődőknek

A TÁVOLSÁGI ELEKTRONÁTRENDEZŐDÉS

Az elektronok átrendeződése nemcsak molekuláris méretben, hanem makroszkopikus távolságban is lejátszódhat, csak alkalmas vezető kell hozzá. Ilyenek például a delokalizált elektronszerkezettel rendelkező fémek. Az elektronok és az atommagok elektrosztatikus kölcsönhatásában rejlő kémiai energia ilyenkor nem hővé vagy azon keresztül mechanikai munkává, hanem elektromos energiává alakul. A kémiai energia elektromos energián keresztül történő hasznosítása történik például a zseblámpákban, az elemes játékok elektromotorjaiban, a gépkocsik önindítómotorjában, a walkman-ekben, discman-ekben, MP-3 lejátszóknál, vagy a mobiltelefonokban.

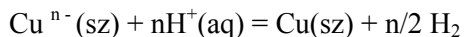
Annak ellenére, hogy az elektronátrendeződés egyúttal mindig töltésvándorlást jelent, a molekuláris folyamatokban az elektromos töltés ritkán jelenik meg „termékként”. Hiszen az esetek többségében elektromosan semleges anyagokból, semleges termékek keletkeznek. A rész- vagy teljes töltés a közbenső lépésekben, a reakciók mechanizmusában játszik szerepet (ld. polarizáció, dipol-dipol kölcsönhatás, elektrofil-, nukleofil, valamint sav-bázis reakciók). Az elektrokémiai folyamatokban viszont egyenesen a töltések a főszereplők (többeltöltést hordozó elektródok, az elektrolyt-oldatok vándorló pozitív és negatív töltésű ionjai). Az elektromos kölcsönhatás természetesen mindenütt megjelenik, hiszen az atomokban, ionokban, molekulákban, kristályokban az elektronok helyzeti energiáját (részben) ez határozza meg. Az elektronátrendeződés nyomán kialakuló töltésfeleslegek azonban jelentősen módosítják az elektronok helyzeti energiáját a semleges állapothoz képest. Ezért az elektrokémiai folyamatokban az elektromos kölcsönhatás dominánssá válik.

Az elektrokémiai folyamatokból – ideális esetben – kimarad a termikus kölcsönhatás. Hiszen a kezdeti és végállapot kémiai energiájának különbsége nem szabadul fel hőként. Ezért az energia egy része „nem vész el”. A hővezetés, hőszigetelés révén nem oszlik el szükségszerűen a környezetben, hanem (szinte) teljes egészében elektromos energiává alakítható. A (szinte) megmaradó jellegű energia-átalakítás nyomán a határfok még a legjobban tervezett motorokénál is nagyobb! A mindennapi életben a kémiai energia a hordozható készülékeket üzemeltető, egyszer használatos galvánelemekben, tölthető akku-elemekben, a járművek kénsavas ólom-akkumulátoraiban alakul át „megmaradóan” elektromos energiává. De ugyancsak az elektrokémiai energia hasznosul a bioelektromos jelenségekben, az elektromos halak „kisülése”, az érzékelés, az ingerületvezetés, az idegi szabályozás vagy a gondolkodás során.

Már az ókorban ismerték, hogy az anyagok dörzsölve „delejjessé” válnak. A megdörzsölt műanyag vonalzó, ebonit rúd magához vonzza a papírszeleteket, eltéríti a vékony vízsugarat. Dörzs elektromosan választja szét a töltéseket az influenciagép Jedlik Ányos világhírű „villámfeszítőjéhez”, vagy a még nagyobb feszültségre képes van de Graaff-féle generátor is. A töltések szétválása azonban pusztán az érintkezés során is bekövetkezhet! Az érintkező felületek között ébredő vonzóerő, amit röviden tapadásként ismerünk, a felületek mentén

kialakuló töltésmintázat következménye. A tapadási súrlódás, az adszorpció, az adhéziós vagy kohéziós erők a parányi elektrosztatikus erők összeadódásából származik.

Az elemek atomjaihoz hasonlóan a különböző anyagokban az elektronok energiaszintje különböző. Az elektronok energiaszint-különbségéből fakadó töltésszétválás a fémek esetében mutatható ki a legkönnyebben. Helyezzünk egy cink- és egy rézlemez reagens sósavba! A cinklemezen azonnal beindul a hidrogénfejlődés, míg a rézlemezen nem történik semmi. Viszont ha a cinklemez egy csipesz segítségével a rézlemezhez szorítjuk, meglepő módon a rézlemezen is buborékok jelennek meg. Hidrogén fejlődik a rézen! Megváltozott a réz kémiai tulajdonsága? Nem! Hiszen a réz nem megy oldatba, a réz(II)-ionok a szín „erősödésével”, mélyülésével járó, ammóniás komplexképződéssel sem mutathatók ki. Következésképpen a sósavban a hidratált hidrogénionok (oxóniumionok) nem a rézlemez elektronjait veszik fel, hanem a cinkét.



A rézlemeznek csak a távvezetés, az elektronok közvetítése a szerepe. Ez a jelenség egyszerű bizonyítéka az elektronok fémről-fémre történő átlépésének, ami a tapasztalat szerint aktiválás nélkül, önként játszódik le. Haladjunk azonban egy kicsit lassabban!

A fémekre jellemző delokalizáció miatt az elektronok akkor is vándorolhatnak, amikor a két fém nem merül a sósavba. Annak ellenére, hogy a réz és a cink egymás mellett helyezkedik el a periódusos rendszerben, nagyon eltérő a kémiai tulajdonságuk. Az eltérő viselkedés már nem értelmezhető pusztán az atomok elektronszerkezetével. Az okok feltárásához a fémes rács szerkezetét is figyelembe kell venni. Bár a fémekben a delokalizált elektronok nagyon sok, egymáshoz nagyon közeli energiájú állapotot foglalnak el, az atomokhoz hasonlóan elegendő a „legkülső”, vagyis a legnagyobb energiájú állapotra koncentrálnunk. (Az úgynevezett legfelső betöltött állapotot a fizikusok Fermi tiszteletére Fermi-nívónak nevezik.) A fémlemezek esetében ezeket tekinthetjük a reakciókban szerepet játszó „vegyértékelektronoknak”.

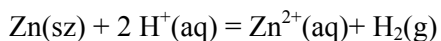
A kísérlet tapasztalataihoz igazodva a cinklemez legnagyobb energiájú delokalizált (vagy „fémes vegyérték”) elektronjai nagyobb energiájúak, mint a rézben, különben nem lenne kedvező az elektronátmenet. Az önként beinduló folyamat hajtóereje a két fém elektronenergiaszint-

különbsége. Csakhogy az elektronátlépés egyúttal **töltésszétválást** is okoz. A változatlan számú atommagra (pontosabban atomtörzsrre) a cinklemezben kevesebb, a rézben több elektron jut. Az elektronhiányos **cinklemez pozitív**, a többlet elektront hordozó **rézlemez negatív** töltésűvé válik. A töltésszétválással tehát színre lép az elektromos kölcsönhatás. A folyamat azonban előbb-utóbb leáll, mert az egyre pozitívabbá váló cinklemez egyre kevésbé engedi átlépni az elektronokat. A fémeken megjelenő töltések **helyzeti energiával** jellemezhetők. Ezt a **kölcsönhatási energiát** idegen szóval **potenciális energiának**, az elektromosságtan nyelvén **elektromos potenciálnak**, röviden **potenciálnak** nevezik. Az elektromos töltések megjelenésével a fémek között **potenciálkülönbség**, rövidebben **feszültség** jelenik meg. A két fém között kialakuló **érintkezési feszültség** pedig éppen ellentétes irányba hajtja az elektronokat, mint a kezdeti elektronenergiaszint-különbség. Ezért az önként beinduló folyamat önként is áll le. Az elektronátadás-átvétel addig tart, amíg az egymással vetélkedő hajtóerők és az általuk ellentétes irányba hajtott áramok végül **dinamikus egyensúlyt alakítanak ki**.

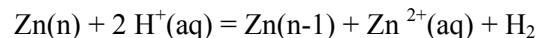
Megváltozik a helyzet, ha a fémek egyúttal a sósavval is érintkeznek. Mint korábban már elemeztük, az elektronátlépés után a változatlan számú atomtörzsrre a rézlemezben több elektron jut. A töltésfelesleg ugyan az egész lemezen eloszlik, a változatlan számú atomtörzs vonzóerején azonban mégis több elektron osztozik. Következésképpen az elektronok helyzeti energiája (az elektromosan semleges állapothoz képest) növekszik. A tapasztalat szerint a negatív töltésű rézlemezen már akkorára nő a „fémes vegyértékelektronok” kölcsönhatási energiája, hogy kedvezővé válik a hidratált hidrogénionokra (oxóniumionokra) történő átlépés. Ettől a pillanattól kezdve azonban megbomlik a dinamikus egyensúly! Az egymással vetélkedő folyamatok a sósav jelenlétében egymást követő folyamatokká válnak. A hidratált hidrogénionok folyamatosan átveszik a rézlemeztől a töltésfelesleget, ezáltal újra megnyílik a lehetőség az elektronoknak a cinkről a rézlemezre történő átlépése előtt. A hidrogén kibuborékolásával az egymást követő lépések láncá pedig már visszafordíthatatlan (irreverzibilis) folyamattá válik. A fémek között jelentkező **érintkezési- vagy Galvani-feszültség** ugyan nem mérhető, a savas közegben lejátszódó reakcióval az elektronátmenet mégis kimutatható. A cinklemez egyedüli oldódásához képest csak annyi a változás, hogy a „távolsági” töltésvándorlással **az egytérídejű redoxi-**

folyamat a térben (részben) **különvált**: Bár a cinklemezen továbbra is fejlődik valamennyi hidrogén, a cink valamelyest mégis tehermentesítődik, hiszen a rézlemezen csak hidrogénfejlődés, vagyis a redukció játszódik le.

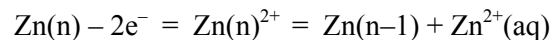
Az előbbieken megszerzett ismeretek a cink-sósav reakció értelmezésére is kiterjeszthetjük! A cink hidegen nem bontja a vizet. Úgy is mondhatjuk, hogy a víz öndisszociációjából származó egyensúlyi hidrogénion- (oxóniumion-) koncentrációnál a delokalizált elektronoknak még nem kedvező a hidratált hidrogénionokra történő átlépése. Savas közegben – vagyis a hidrogénion-koncentráció növelésével – azonban beindul a hidrogénfejlődés. Amikor a cinklemez a sósavval érintkezik a felületen hidratált ionok kötődnek meg (ionok adszorpciója). Az oldat ugyan nem elektronvezető, de a felülettel közvetlen érintkező hidratált hidrogénionokra a mozgékony „fémess” elektronok még átléphetnek. A hidratált ionok az átvett elektronokkal („*hogy, hogy nem*”) elemi hidrogén és víz formájában stabilizálódnak.



Az érintkezés során bekövetkező töltésátlépés tehát ebben az esetben redoxi-reakcióvá fajul. A cink – térben és időben is „egy helyen” – elektronokat ad át a hidratált hidrogénionoknak. A folyamat önként játszódik le, még aktiválni sem kell. A rövidtávú áram (reakció) hajtóereje tehát ebben az esetben is az elektronok energianyeresége. Hiszen a cink-atomtörzsek helyzete lényegében változatlan. A kezdeti és a végállapotban egyaránt negatív töltésekkel vannak körül véve. Amíg a fémbe a delokalizált elektronokkal, az oldatban a vízmolekulák és a kloridionok nemkötő elektronpárjaival hatnak kölcsön. A cinklemez **delokalizált elektronjai** azonban a „megszámlálhatatlan” cink-atomtörzsek környezetéből két proton erőterére **lokalizálódnak**, amikor a hidrogénmolekula képződik. Mivel a reakció önként játszódik le, az elektronok számára ez a kisebb energiájú, kedvezőbb állapot. A vegyületi arányt az egyidejűleg átadott-átvett elektronok száma határozza meg. A (bruttó) reakcióegyenlet azonban még a fázisok feltüntetése mellett sem érzékeltetheti kellő részletgazdagsággal a valóságot. Mert nem atomokkal, hanem egy fémdarabbal játszódik le a reakció. Ezért az elemi lépések bemutatása érdekében jelölhetnénk azt is, hogy a cinklemez n darab atomból áll:

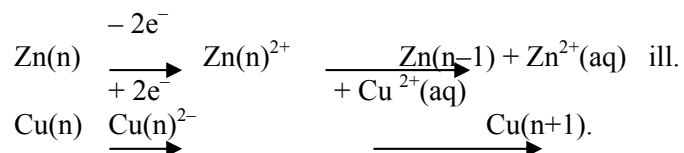


ill. az oxidációs elemi lépésre:



Ezzel azt is feltüntettük, hogy egy elemi lépés lejátszódása után egy kisebb, de lényegében változatlan fémdarab marad vissza. A két delokalizált elektron hiánya miatt a cinklemezen taszítani kezdik egymást az atomtörzsek, gyengül a fémess kötés. A cinklemez a kristály rendjét bomlasztó töltésfeleslegtől egy cinkion leválásával szabadul meg, ami a vizes közegben hidratálódva klorid ionok környezetébe jut. Végül egy kisebb, de újra semleges fémdarab keletkezik. Ez az elemi lépés a reakció fennmaradása szempontjából fontos. Hiszen az elektronok átlépésével egyre pozitívabbá váló fémről további elektron átadása egyre nagyobb aktiválási energiát igényelne. Ha a fém – ionjai oldatba menetelével – nem semlegesítődne újra meg újra, a folyamat automatikusan leállna! Ez az egyszerű jelenség is jól érzékelteti, hogy mennyire fontos a töltések „egyensúlyának” fennmaradása, az ellentétes töltések számának időről-időre történő kiegyenlítődése.

A cink és a réz közötti töltésátlépés akkor is lejátszódik, ha az elektronokat a lemezek méreténél is hosszabb távon vezetjük, vagyis ha a cink- és rézlemezeket fémess vezetővel kötjük össze. A jelenség folyamatossá tétele érdekében azonban az összekötött lemezeket most ne sósavba, hanem külön-külön, saját ionjaikat tartalmazó oldatba merítsük. Ezáltal egy cink- és egy rézelektrodához jutunk. A cinklemez a cinkionok oldatba menetelével, a rézlemez pedig a rézionok oldatból történő kiválásával szabadul meg a töltésfeleslegtől:



Ebben az esetben a rézlemezen a hidrogénionok helyett a saját ionok redukálódnak. Csakhogy most meg az oldatokban borul fel az ellentétes töltésű ionok egyenlősége. A cink-szulfát-oldatban a kationok, a réz-szulfát-oldatban pedig az anionok száma kerül feleslegbe. A pozitívvá

váló oldat gátolja a cinkionok további beoldódását, a szulfácion-felesleg pedig visszatartja a rézionokat. Ezért megint nem folyhat tartós áram. Csak a töltés kiegyenlítődésével, például az anion felesleg átvezetésével válhat folyamatos a reakció. A külső (elektron-) áram hajtóereje ugyan az elektronenergiaszint-különbség, de áram fennmaradásának feltétele az ionvezetés lehetőségének biztosítása. Erre szolgál a „sóhid” vagy más néven „**áramkulcs**”. Ez nem más, mint egy elektrolit-oldattal átitatott szűrőpapír, vagy kálium-kloridos gélt tartalmazó U-alakú cső, de lehet egy porózus térelválasztó is, amin az ionok átjutnak, de az oldatok elkeveredését megakadályozza. Amikor az áramkulcs az áramkört zárja, az elemi lépések sorozata is **körfolyamattá zárul**, ezzel működésbe jön a Daniell-elem. Csakhogy az elektrolit oldatok sokkal rosszabbul vezetnek az elektromos áramot, mint a fémek. Az egymást követő elemi lépések közül pedig mindig a leglassúbb határozza meg a reakció sebességét. Ezért minél nagyobb a külső áramkör ellenállása, vagyis minél kisebb áram folyik a fémes vezetőben, annál kevésbé érvényesül az elektrolit gyengébb vezetése. A két elektród között akkor mérhető a legnagyobb feszültség, az **elektromotoros erő**, amikor az ionok lassú vándorlása nem gátolja a töltések újrendeződését. A pici (milliamperes) áramok alkalmasak a sejtek közötti információátvitelre. A technikai eszközök működtetése azonban nagyobb áramerősséget igényel. Ilyenkor viszont már meg nyilvánul a fémek és az elektrolitok vezetése között tapasztalható ezer-, tízezerszeres különbség. Ezért a fogyasztóra kapcsolt galvánelemek úgynevezett **kapocsfeszültsége** mindig kisebb az elektromotoros erőnél. A legnagyobb áram a „**rövidzárlat**” esetében folyik. Ilyenkor a diffúzió ugyan fékezi a folyamatot, de az elektronátrendeződés a mindennapi lemerülés idejéhez képest mégis pillanatszerű.

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

Alkotó szerkesztő: Dr. Róka András

Ebben a rovatban átalatok is jól ismert jelenségek, vagy otthon is elvégezhető kísérletek magyarázatát várjuk el tőletek. A feladatok megoldásával minden korosztály próbálkozhat, hiszen a jelenséget különböző tudásszinten is lehet értelmezni. Éppen ezért rész megoldásokat is be lehet küldeni! A lényeg az ismeretek mozgósítása, az önálló elképzelés bizonyító erejű kifejtése. A kérdéseket (olykor) szándékosan fogalmazzuk meg a mindennapok nyelvén, hogy – reményünk szerint – minél inkább a lényegre irányítsuk a figyelmet. Jó szórakozást és sikeres munkát kívánunk!

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2007. április 10-ig postára adva:

KÖKÉL „Miért”

ELTE Főiskolai Kémiai Tanszék

Budapest Pf. 32.

1518

1. A bróm szobahőmérsékleten ugyan cseppfolyós halmazállapotú, de könnyen párolog. Ennek megfelelően a zárt üvegben a folyadék fázis felett gőz fázis alakul ki. A brómgőz pedig éppúgy átönthető egy másik edénybe, mintha folyadék lenne. Miért?

2. Hideg vízbe néhány csepp fenolftaleint cseppentünk, majd egy megtisztított felületű magnéziumszalag-darabkát helyezünk. A

magnéziumszalag felülete azonnal lila színűvé változik. Miért? Mit bizonyít a tapasztalat?

3. Ha az előző kísérletet meleg vízzel végezzük el, a magnézium-darabka előbb-utóbb fel-le közlekedik („liftezik”) a kémcsőben. Miért?

4. A gyertya lángja sárgán, a Bunsen-égő (szűrő-) lángja kéken világít. Mire következtethetünk pusztán a kibocsátott fények színéből? (Segítség: Szűrőlángot akkor kapunk, ha a levegőszabályozó gyűrű a maximálisan nyitott állásban van.)

5. A gyertyaláng hőmérséklete a magban kisebb, mint a láng szélén. (A rövid időre a gyertya lángjába helyezett gyújtópálca a láng szélénél feketedik – szenesedik – el.) Ha a Bunsen-égő szűrőlángjába vékony rézlemez helyezzünk, a lemez izzása (hőmérsékleti sugárzása) kimutatja az aktuális hőmérsékletet a láng különböző részein. A tapasztalat szerint a lemez éppen a láng magjában izzik fel a legjobban. Mi lehet az oka, hogy a két láng maghőmérséklete ennyire különböző?

6. Amikor „élesztjük” és amikor eloltjuk, egyaránt fűjjük a tüzet. Miért alszik el a tűz, amikor több oxigén áramlik, ami jobban táplálható?

7. Laboratóriumi körülmények között a hidrogént cink és sósav reakciójával állítjuk elő. Ha a sósavba kevés réz-szulfát-oldatot is öntünk, a hidrogénfejlődés gyorsabb, mint nélküle. Mi lehet az oka?

8. A higany(II)-kloriddal kezelt alumíniumdrót „kiszőrösödik” a képződő alumínium-oxid szálacsáktól. Az ón(II)-klorid oldatban helyezett cinkdarabka „sündisznóvá” válik a felületre kiváló óntól. A látszat nagyon hasonló. Van-e különbség az alumínium-oxid- és az ónkristályok növekedésének iránya és módja között? Miért?

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Dr. Igaz Sarolta

Feladatok

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat a nevezési lappal együtt a következő címen várjuk 2007. április 10-ig postára adva:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

Commitment Pedagógiai Szakmai Szolgáltató Kht.

Budapest

Pozsonyi út. 50.

1133

K66. a) 1,00 kg $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű szárazjéggel mekkora tömegű $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű vizet lehet 0°C -ra lehűteni?

a) 1,00 kg $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű szárazjéggel mekkora tömegű $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű vizet lehet 0°C -os jéggé fagyasztani?

A széndioxid vízben való oldásától tekintsünk el, és vegyük úgy hogy közben $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegszik a széndioxid.

A széndioxid szublimációs hője: $25,2\text{ kJ/mol}$

A széndioxid hőkapacitása $36,8\text{ J/mol K}$

A víz olvadáshője $6,03\text{ kJ/mol}$

A víz fajhője $4,18\text{ J/g K}$

(Tóth Judit)

K67. Mekkora energiaváltozás kíséri 300 cm^3 $0,400\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ezüst-nitrát oldat és 200 cm^3 $0,500\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-jodid oldat összeöntését?

Az ezüst-jodid képződéshője: $-61,8\text{ kJ/mol}$

Az ezüst-jodid rácsenergiája: $+808\text{ kJ/mol}$

Az ezüst-ionok hidratációs energiája -476 kJ/mol

A jodid-ionok hidratációs energiája -288 kJ/mol

(Tóth Judit)

K68. 100 g $10,0$ tömeg %-os sósav oldatban fém nátriumot oldottunk. Eközben 380 kJ hő szabadult fel. Mekkora tömegű fém nátriumot oldottunk?

Az $\text{Na}^+(\text{aq})$ képződéshője -240 kJ/mol

A $\text{Cl}^-(\text{aq})$ képződéshője -168 kJ/mol

Az $\text{OH}^-(\text{aq})$ képződéshője -230 kJ/mol

A $\text{H}^+(\text{aq})$ képződéshője 0 kJ/mol

A cseppfolyós víz képződéshője: -286 kJ/mol

(Tóth Judit)

K69. Adja meg annak a vízmentes rézszulfátot és kristályvizes rézszulfátot tartalmazó keveréknek a tömeg % és mol %-os összetételét, amelyet vízben oldva nem tapasztalunk hőváltozást!

Az $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ képződéshője -898 kJ/mol

A $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ képződéshője $+65\text{ kJ/mol}$

A CuSO_4 képződéshője: -770 kJ/mol

A $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ képződéshője: -2280 kJ/mol

A cseppfolyós víz képződéshője: -286 kJ/mol

(Dr. Igaz Sarolta)

K70. Mekkora hő szabadul fel (vagy nyelődik el) ha 200 cm^3 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ vízbe 60 g $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízmentes réz-szulfátot szórunk és megvárjuk még beáll az egyensúly? Milyen hőmérsékletű lenne az oldat ha a teljes hőmennyiség a rendszer hűtésére ill. fűtésére használná el?

100 g víz $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on $20,7\text{ g}$ vízmentes réz-szulfátot old.

A telített réz-szulfát oldat fajhője $4,00\text{ J/g K}$

A kristályvizes és vízmentes réz-szulfát fajhője is legyen $0,80\text{ J/g K}$

További adatok az előző feladatoknál.

(Dr. Igaz Sarolta)

Feladatok haladóknak

Alkotó szerkesztő: Magyarfalvi Gábor

Megoldások

H56. Mivel a lángot sárgára festik, ezért feltételezhető, hogy az **A** és a **B** vegyület is tartalmaz nátriumot. **C** valószínűleg BaSO_4 , mivel a többi Ba-csapadék 20%-os sósavban már feloldódik. Tehát **A** és **B** kéntartalmú anyagok. A eset: az egyik részletben található BaSO_4 anyagmennyisége: 1,983 mmol, a másik részletből készített 100 cm³ törzsoldatban van 3,967 mmol H^+ -ion. Mivel a feladat szövege szerint **B** már nem tartalmaz hidrogént, kézenfekvő, hogy a H^+ -ionok az oldat vízmolekuláiból származnak, az oxigénatomok pedig a szulfátionokba épülnek be. Ez alapján: 1,983 mmol S \rightarrow 3,967 mmol H^+ -ion \rightarrow 1,983 mmol H_2O molekula \rightarrow 1,983 mmol O-atom, tehát 1 mol S-atomra 1 mol beépült O-atom jut.

Nátrium-szulfidot, aminek moláris tömege $M_B = 126,04$ g/mol, feltételezve, **B** anyag tömegére $m_B = 2 \cdot 1,983 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 126,04 \text{ g/mol} = 0,500$ g jön ki. Ez alapján a **B** vegyület a nátrium-szulfid.

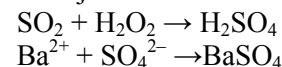
A hevítés során a kristályvíz távozik, a kristályvizes forma moláris tömege: $M_A = 126,04 \text{ g/mol} / 0,4999 = 212,15 \text{ g/mol}$, ez megfelel a $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ -nak.

B eset: ekkor az egyik részletben a található BaSO_4 anyagmennyisége: 3,162 mmol, a másik részletből készített 100 cm³ törzsoldatban van 15,812 mmol H^+ -ion. Hasonló gondolatmenettel: 15,812 mmol H^+ -ion \rightarrow 7,906 mmol H_2O molekula \rightarrow 7,906 mmol O-atom, a 3,162 mmol szulfátionban van 12,648 mmol O-atom, B anyag anionjában tehát 3,162 mmol S-atomra jut 12,648–7,906 = 4,742 mmol O-atom, tehát az O-atomok és a S-atomok aránya körülbelül 1,5. Nátrium-tioszulfátot feltételezve, B anyag tömegére $m_B = 3,162 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 158,11 \text{ g/mol} = 0,500$ g jön ki. Tehát a B anyag a nátrium-tioszulfát. A hevítés során itt is a kristályvíz távozik, a kristályvizes forma moláris tömege: $M_A = 158,11 \text{ g/mol} / 0,6371 = 248,18 \text{ g/mol}$, ez megfelel a $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ -nak.

Sarka János (Debrecen, Tóth Árpád Gimnázium) megoldása alapján

Kramarics Áron

H57. A világos színű csapadék valamilyen szulfid volt. Ennek kéntartalma az égés során kén-dioxiddá alakult. Az utolsó reakcióban ez BaSO_4 formájában vált le:



A csapadék anyagmennyisége $1,4/(137,3+96) = 6$ mmol. A szulfid fémtartalma $864-6 \cdot 32 = 672$ mg. Ha összegképlete Me_2S_x , akkor a fémen tömegarányra fölírható egyenlet:

$$2 \cdot A_r / 32x = 672 / 6 \cdot 32 = 3,5$$

Innen $A_r = 56x$. Lehetséges értékek:

$x=1$, $A_r = 56$, Fe, de ez nem 1 vegyértékű.

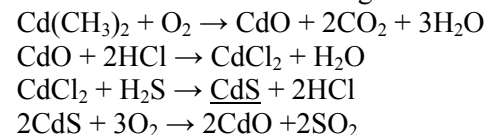
$x=2$, $A_r = 112$, Cd, ez megfelelő.

A kiindulási vegyületünk tehát kadmiumot tartalmazott, méghozzá $672 \text{ mmol} / 112 \text{ g/mol} = 6$ mmol mennyiségben. A szén-dioxid anyagmennyisége $0,528/44 = 0,012$ mol, a vízé $0,324/18 = 0,018$ mol. A kadmium, szén, és hidrogén össztömege:

$0,006 \cdot 112 + 0,012 \cdot 12 + 2 \cdot 0,018 \cdot 1 = 0,852$ g. A vegyület tehát szenet, hidrogént és kadmiumot tartalmazott, 2:6:1 molarányban.

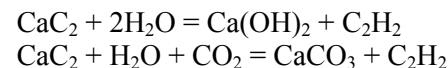
Összegképlet: **$\text{Cd}(\text{CH}_3)_2$, dimetil-kadmium.**

A feladat szövegében a fém-oxid tömegét sajnos elírtuk (0,859 gramm a 0,768 g helyett). Ez a megoldásokat szerencsére nem befolyásolta, mert a feladatot enélkül az adat nélkül is meg lehetett oldani. Az egyenletek:

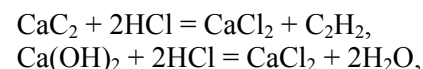


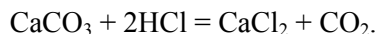
Komáromy Dávid

H58. A CaC_2 a következő reakciókba léphetett a pince nedves, szén-dioxidos levegőjével:



Legyen 0,7252 g-os mintában a mmol CaC_2 , b mmol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ és c mmol CaCO_3 . Az első mintát sósavban oldjuk:





Sajnos a feladat szövegébe hiba csúszott, de ez a megoldók többségét nem zavarta. A szöveg helyesen: *10,76 cm³ mérőoldat fogyás után kiforraljuk az oldatot, majd lehűtjük, és színátsapásig titráljuk, a végpont eléréséhez ekkor még 0,45 cm³ mérőoldat kell.* Tehát összesen 11,21 cm³ NaOH-mérőoldat fogyott. (Megj.: azokat a megoldásokat is teljes értékkel fogadtam el, amelyek a feladatot kémiailag végiggondolva, azt mondták, hogy 0,45 cm³-rel kevesebb NaOH-oldat kell a végpontig, azaz 10,31 cm³.)

A 0,3225 g-os mintában az összes kalcium mennyisége:

$(100,0 \cdot 0,1 \cdot 0,985 - 11,20 \cdot 0,978 \cdot 0,1) / 2 \text{ mmol} = 4,3773 \text{ mmol}$. Ez a másik mintában 9,8432 mmol. Ez alapján a következő egyenletet írhatjuk fel:

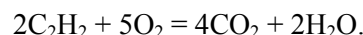
$$9,8432 = a + b + c. \quad (1)$$

A másik minta savas oldásából keletkező gáz mennyiségét az ideális gázok állapotegyenletéből számolhatjuk:

$224,0 \text{ cm}^3 \cdot 101,325 \text{ kPa} / 8,314 \text{ J/(mol K)} / 298,15 \text{ K} = 9,1563 \text{ mmol}$, ebből a felírhatjuk a második egyenletet:

$$9,1563 = a + c. \quad (2)$$

A keletkező gázelegy égetése során csak az acetilén ég el:



A gázmosó rendszer megköti a gázelegyben lévő szén-dioxidot és vizet is ($M(\text{CO}_2)=44,01 \text{ g/mol}$; $M(\text{H}_2\text{O})=18,02 \text{ g/mol}$). Ez alapján írhatjuk fel a harmadik egyenletet:

$$44,01(2a+c) + 18,02a = 845,4. \quad (3)$$

Az (1), (2) és (3) egyenlet megoldásával kapjuk a következő eredményeket:

CaC ₂	$a = 7,1325 \text{ mmol}$, azaz 457,2 mg,	63,04 (m/m)%,
Ca(OH) ₂	$b = 0,6869 \text{ mmol}$, azaz 50,90 mg,	7,02 (m/m)%,
CaCO ₃	$c = 2,0238 \text{ mmol}$, azaz 202,5 mg,	27,93 (m/m)%,
Inert szennyező		2,01 (m/m)%.

A feladatra sok hibátlan megoldás érkezett, a pontátlag 89,7%-os.

Varga Szilárd

H59. Kezdetben az elektródpotenciál:

$$\varepsilon_0 = \varepsilon^\circ + \frac{0,059 \text{ V}}{1} \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{[\text{Fe}^{2+}]_0}$$

A komplex-képződés során az összes Fe^{2+} ion kvantitatíven $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ionná alakul, így felírhatjuk, hogy: $[\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}] = [\text{Fe}^{2+}]_0$, hasonlóan $[\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}] = [\text{Fe}^{3+}]_0$. A stabilitási állandók alapján a szabad Fe^{2+} illetve Fe^{3+} koncentrációk:

$$\beta(\text{II}) = \frac{[\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}]}{[\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{CN}^-]^6} \Rightarrow [\text{Fe}^{2+}] = \frac{[\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}]}{\beta(\text{II}) \cdot [\text{CN}^-]^6} = \frac{[\text{Fe}^{2+}]_0}{\beta(\text{II}) \cdot [\text{CN}^-]^6}$$

$$\beta(\text{III}) = \frac{[\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}]}{[\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{CN}^-]^6} \Rightarrow [\text{Fe}^{3+}] = \frac{[\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}]}{\beta(\text{III}) \cdot [\text{CN}^-]^6} = \frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{\beta(\text{III}) \cdot [\text{CN}^-]^6}$$

A Nernst-egyenlet alapján a potenciál a KCN hozzáadása után (a $[\text{CN}^-]$ kiesik!):

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \varepsilon^\circ + \frac{0,059 \text{ V}}{1} \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = \varepsilon^\circ + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \left(\frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{\beta(\text{III}) \cdot [\text{CN}^-]^6} \cdot \frac{\beta(\text{II}) \cdot [\text{CN}^-]^6}{[\text{Fe}^{2+}]_0} \right) = \\ &= \varepsilon^\circ + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \left(\frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{[\text{Fe}^{2+}]_0} \cdot \frac{\beta(\text{II})}{\beta(\text{III})} \right) = \varepsilon^\circ + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{[\text{Fe}^{2+}]_0} + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{\beta(\text{II})}{\beta(\text{III})} \end{aligned}$$

Ebből az elektródpotenciál megváltozása:

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon - \varepsilon_0 = \left(\varepsilon^{\circ} + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{[\text{Fe}^{2+}]_0} + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{\beta(\text{II})}{\beta(\text{III})} \right) -$$

$$- \left(\varepsilon^{\circ} + 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]_0}{[\text{Fe}^{2+}]_0} \right) = 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{\beta(\text{II})}{\beta(\text{III})} = 0,059 \text{ V} \cdot \lg \frac{10^{24}}{10^{31}} = -0,413 \text{ V}$$

Tehát az elektródpotenciál 0,413 V-tal csökken a kálium-cianid hozzáadásának hatására.

A beérkezett megoldások többsége jó, azonban néhány esetben nem derült ki, hogy csökken vagy növekszik az elektródpotenciál.

Benkő Zoltán

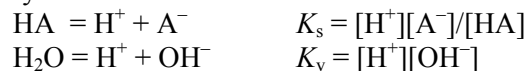
H60. A 10%-os ecetsavoldat analitikai koncentrációja $c_{\text{ecetsav}} = 1,686 \text{ mol/dm}^3$. Az ecetsav nem túl gyenge sav, és elég tömény oldatát vizsgáljuk ahhoz, hogy a következő képlettel számítsuk a hidrogénion-koncentrációt:

$$[\text{H}^+] = (K_s \cdot c)^{1/2} = 5,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \text{ (pH} = 2,25\text{)}.$$

Az ecetsav oldatban az acetátion koncentrációja megegyezik a hidrogénion-koncentrációval, az ecetsav egyensúlyi koncentrációja az analitikai koncentráció és az acetátion koncentrációjának a különbsége: $[\text{AcO}^-] = 5,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$; $[\text{AcOH}] = 1,681 \text{ mol/dm}^3$.

A megoldások egy részében problémát okozott, hogy mit kell figyelembe venni és mit nem egy gyenge sav oldatának pH-jának meghatározásakor. Ezért álljon itt egy rövid összefoglalás erről a témakörrel.

A gyenge savak pH-számításához vizsgáljuk meg a következő egyensúlyokat:



A gyenge sav analitikai koncentrációja legyen c , ekkor az anyagmérleg a következő alakban írható fel:

$$c = [\text{HA}] + [\text{A}^-] \rightarrow [\text{HA}] = c - [\text{A}^-]$$

Az oldat makroszkopikusan semleges, így felírhatjuk a következő töltésmérleget:

$$[\text{H}^+] = [\text{A}^-] + [\text{OH}^-] \rightarrow [\text{A}^-] = [\text{H}^+] - [\text{OH}^-].$$

Az anyagmérleg és a töltésmérleg segítségével a következőképpen fejezhetjük ki az egyensúlyi állandót:

$$K = [\text{H}^+](\text{H}^+ + [\text{OH}^-]) / (c - [\text{H}^+] + [\text{OH}^-]),$$

a vízionszorzat behelyettesítésével és átrendezéssel a következő harmadfokú egyenlethez jutunk:

$$[\text{H}^+]^3 + K[\text{H}^+]^2 - (cK + K_v)[\text{H}^+] - K_vK = 0.$$

A harmadfokú egyenlet megoldása bonyolult és nehézkes, az esetek többségében erre nincs is szükség. Vizsgáljuk meg, hogy milyen egyszerűsítéseket vehetünk figyelembe a gyenge savak pH-számítása során. Mivel savról van szó, azért $[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$.

(a) Ha $c < K$ és $c < 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$, ilyen híg oldatokban a $[\text{H}^+] \approx 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ (még erős savaknál is). Ennek ismeretében becsüljük meg az egyes tagok nagyságrendjét:

$[\text{H}^+]^3 \approx 10^{-21} (\text{mol/dm}^3)^3$; $K[\text{H}^+]^2 \approx 10^{-20} (\text{mol/dm}^3)^3$; $cK[\text{H}^+] \approx 10^{-19} (\text{mol/dm}^3)^3$; $K_v[\text{H}^+] \approx 10^{-21} (\text{mol/dm}^3)^3$; $K_vK \approx 10^{-20}$. Hanyagoljuk el a két legkisebb tagot így a következő másodfokú egyenlethez jutunk:

$$[\text{H}^+]^2 - c[\text{H}^+] - K_v = 0,$$

amelynek megoldásával kapjuk az oldat pH-ját (az egyenlet megegyezik a nagyon híg erős savak pH-számítására alkalmazott egyenlettel).

(b) Ha $K > 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$, $Kc > 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$ és $c > 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$. Így megbecsülve az egyes tagokat a legkisebbnek a K_vK tag bizonyul, ezt elhanyagoljuk; valamint $cK + K_v$ összegben a vízionszorzat is elhanyagolható a feltételek alapján, ekkor a következő másodfokú egyenlethez jutunk:

$$[\text{H}^+]^2 + K[\text{H}^+] - cK = 0.$$

(b1) A (b) eset egyik alosete, ha $K/c < 10^{-3}$, tehát viszonylag tömény oldatunk van: ekkor még gyenge savaknál is $[\text{H}^+] \gg 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$. A fenti egyenletet megoldva

$$[\text{H}^+] = (-K + (K^2 + 4Kc)^{1/2})/2,$$

kifejezést kapjuk a $[\text{H}^+]$ -ra, a feltételek alapján elvégzett elhanyagolások alapján ($K^2 \ll 4Kc$, illetve $K \ll (Kc)^{1/2}$) akkor a következőképpen számíthatjuk az oldat pH-ját:

$$[\text{H}^+] = (Kc)^{1/2}.$$

Ez az egyenlet akkor is igaz, ha $K < 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$ és $Kc > 10^{-12} (\text{mol/dm}^3)^2$.

(c) Ha $Kc < 10^{-12} (\text{mol/dm}^3)^2$, de $K < 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$ és $c > 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$, akkor a következő képlettel számíthatjuk a $[\text{H}^+]$ -t:

$$K = ([\text{H}^+]^2 - K_v)/c.$$

A következő táblázatban foglalhatjuk össze, hogy melyik esetben melyik képletet kell használni:

$Kc < 10^{-12}$			
$c < 10^{-6}$		$c > 10^{-6}$	
$K > 10^{-9}$	$K < 10^{-9}$	$K < 10^{-9}$	
(a)	pH \approx 7	(c)	
$Kc > 10^{-12}$			
$c < 10^{-6}$	$c > 10^{-6}$		
	$K > 10^{-9}$		$K < 10^{-9}$
	$K/c > 10^{-3}$	$K/c < 10^{-3}$	
(a)	(b)	(b1)	(b1)

A fenti leírás Sinkó Katalin, Igaz Sarolta: *Általános, szervetlen és kvalitatív kémiai feladatok, Semmelweis Kiadó, Budapest 2005.* alapján készült.

A sósavoldat koncentrációja könnyen számítható, mivel elég tömény erős sav oldatunk van, ezért a hidrogénion-koncentráció megegyezik az analitikai koncentrációval:

$$c_{\text{HCl}} = [\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] = 5,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3,$$

amelyet $5,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 36,45 \text{ g/mol} / 0,37 / (1,1837 \text{ g/cm}^3) = 0,466 \text{ cm}^3$ tömény sósav 1 dm^3 -re történő hígításával lehet előállítani.

A citromsavoldat koncentrációjának meghatározásához vizsgáljuk meg a többértékű savak oldatában az egyes specieszek (különböző mértékben protonált részecskék) mennyiségének meghatározását. Tekintsük a citromsavat (H_3Cit), melynek ismerjük a lépcsőzetes savi disszociációs állandóit és az oldat pH-ját. Az oldat analitikai koncentrációját jelöljük c -vel.

Felírva az anyagmérleget, a következő egyenlethez jutunk:

$$c = [\text{H}_3\text{Cit}] + [\text{H}_2\text{Cit}^-] + [\text{HCit}^{2-}] + [\text{Cit}^{3-}],$$

ebbe az egyenletbe behelyettesítjük az egyensúlyi állandókat úgy, hogy csak $[\text{Cit}^{3-}]$ és $[\text{H}^+]$ koncentráció értékek szerepeljenek benne:

$$c = [\text{H}^+]^3 [\text{Cit}^{3-}] / (K_{s1} K_{s2} K_{s3}) + [\text{H}^+]^2 [\text{Cit}^{3-}] / (K_{s2} K_{s3}) + [\text{H}^+] [\text{Cit}^{3-}] / K_{s3} + [\text{Cit}^{3-}]$$

Ha leosztjuk $[\text{Cit}^{3-}]$ -val az egyenlet mindkét oldalát, akkor az ún. α_{H} függvényt kapjuk:

$$\alpha_{\text{H}} := c / [\text{Cit}^{3-}] = [\text{H}^+]^3 / (K_{s1} K_{s2} K_{s3}) + [\text{H}^+]^2 / (K_{s2} K_{s3}) + [\text{H}^+] / K_{s3} + 1$$

A fenti levezetésből is látszik, hogy az α_{H} függvény tagjai úgy aránylanak egymáshoz, mint az egyes specieszek koncentrációi. Így könnyen számítható a specieszek relatív mennyisége (jelöljük X -el, amelynek nagysága $0 < X < 1$):

$$X(\text{Cit}^{3-}) = 1 / \alpha_{\text{H}};$$

$$X(\text{HCit}^{2-}) = [\text{H}^+] / K_{s3} / \alpha_{\text{H}};$$

$$X(\text{H}_2\text{Cit}^-) = [\text{H}^+]^2 / (K_{s2} K_{s3}) / \alpha_{\text{H}}; \quad X(\text{H}_3\text{Cit}) = [\text{H}^+]^3 / (K_{s1} K_{s2} K_{s3}) / \alpha_{\text{H}}.$$

Az oldat töltés szempontjából semleges, ezért felírhatjuk a töltésmérleget:

$$[\text{H}^+] = [\text{H}_2\text{Cit}^-] + 2[\text{HCit}^{2-}] + 3[\text{Cit}^{3-}],$$

amelyben a koncentrációkat kifejezhetjük az X -ek és az analitikai koncentrációk segítségével:

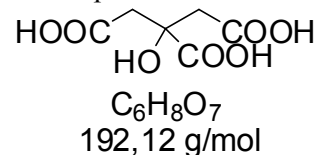
$$[\text{H}^+] = X(\text{H}_2\text{Cit}^-)c + 2 X(\text{HCit}^{2-})c + 3 X(\text{Cit}^{3-})c.$$

A fenti egyenletből kifejezhetjük az analitikai koncentrációt:

$$c = [\text{H}^+] / (X(\text{H}_2\text{Cit}^-) + 2 X(\text{HCit}^{2-}) + 3 X(\text{Cit}^{3-})).$$

Az analitikai koncentráció, valamint az X értékek ismeretében könnyen számíthatjuk a specieszek koncentrációit.

A citromsav képlete és moláris tömege:



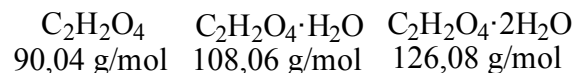
A citromsavnál az eredmények:

$c_{\text{citromsav}} = 4,14 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$, ehhez az oldathoz 1 dm^3 -be 7,95 g-ot kell bemérni (ha valaki monohidráttal számolt az is teljes értékű válasznak számított). Az egyes specieszek koncentrációja:

$$[\text{H}_3\text{Cit}] = 3,58 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3, \quad [\text{H}_2\text{Cit}^-] = 5,56 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3, \quad [\text{HCit}^{2-}] = 1,81 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3, \quad [\text{Cit}^{3-}] = 1,28 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3.$$

Az oxálsavnál a citromsavhoz hasonlóan járunk el.

Az oxálsav képlete és különböző kristályvíztartalmú változatainak moláris tömege:



Az oxálsavnál az eredmények:

$c_{\text{oxálsav}} = 4,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, ehhez az oldathoz 1 dm³-be 0,517 g-ot kell bemérni oxálsav-dihidrátból (Természetesen más kristályvíztartalmú, vagy a kristályvízmentes oxálsav is helyes megoldás volt). Az egyes specieszek koncentrációja:
 $[\text{H}_2\text{Ox}] = 2,96 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$, $[\text{HOx}^-] = 2,01 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, $[\text{Ox}^{2-}] = 1,79 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$.

A feladat a) része 6 pontot, b) és c) része 2-2 pontot ért. A feladatra sok helyes megoldás érkezett, a pontátlag 88,1%.

Varga Szilárd

HO-21. 40 °C-on a gázelegyben az etanol parciális nyomása 18,04 kPa, a levegőé 101,5 kPa – 18,04 kPa = 83,46 kPa. Ezek alapján kiszámíthatjuk az ideális gáztörvénnyel az egyes komponensek anyagmennyiségét: $n_{\text{EtOH}}(40^\circ\text{C}) = 120 \cdot 18040 / (8,314 \cdot 313) \text{ mol} = 831,9 \text{ mol}$; $n_{\text{levegő}} = 120 \cdot 83460 / (8,314 \cdot 313) \text{ mol} = 3848,6 \text{ mol}$. A 0 °C-ra történő hűtés során az össznyomás állandó (101,5 kPa), továbbá a levegő anyagmennyisége nem változik. A 0 °C-os gázelegyben az etanol és a levegő parciális nyomása: 1,95 illetve 99,55 kPa.

Egy adott gázelegy esetén a parciális nyomások és anyagmennyiségek egyenesen arányosak egymással, így a 0 °C-os gázelegyben lévő etanol anyagmennyisége: $n_{\text{EtOH}}(0^\circ\text{C}) = p_{\text{EtOH}}/p_{\text{levegő}} \cdot n_{\text{levegő}} = 1,95 \text{ kPa}/99,55 \text{ kPa} \cdot 3848,6 \text{ mol} = 75,4 \text{ mol}$. Tehát a kondenzálódott etanol mennyisége: $\Delta n_{\text{EtOH}} = n_{\text{EtOH}}(40^\circ\text{C}) - n_{\text{EtOH}}(0^\circ\text{C}) = 831,9 \text{ mol} - 75,4 \text{ mol} = 756,5 \text{ mol}$, melynek tömege $m_{\text{EtOH}} = 46 \text{ g/mol} \cdot 756,5 \text{ mol} = 34799 \text{ g}$. Tehát 34,8 kg tömegű etanolt lehet maximálisan kinyerni a kiindulási elegyből (ekkor a kiindulási etanol 9,1 %-a marad a gázelegyben).

A második kérdés esetén azt a hőmérsékletet kell megállapítani, mikor a 3848,6 mol levegő mellett csupán $831,9 \cdot 0,01 = 8,319 \text{ mol}$ etanol marad. Ekkor az etanol mól%-a a gázelegyben: $x_{\text{EtOH}} = 8,32 / (8,32 + 3848,6) =$

0,00216. Ebből pedig az etanol parciális nyomása: $p^*_{\text{EtOH}} = x_{\text{EtOH}} \cdot p_{\text{össz}} = 0,00216 \cdot 101500 \text{ Pa} = 219 \text{ Pa}$.

A Clausius-Clapeyron egyenlethből meghatározható a moláris párolgáshő:

$$\Delta H_{\text{pár}}^\circ = \frac{R \cdot \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right)}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} = \frac{8,314 \cdot \ln\left(\frac{18040}{1950}\right)}{\left(\frac{1}{273} - \frac{1}{313}\right)} \frac{\text{J}}{\text{mol}} = 39,5 \text{ kJ/mol}$$

Szintén a fenti egyenlet segítségével meghatározható az a hőmérséklet, melyen az etanol parciális nyomása 219 Pa. Behelyettesítve az eredmény 242,5 K, azaz –30,5 °C.

Sok szép, követhető megoldás érkezett, ám többen nem számolták ki a kinyert etanol tömegét. Többen nem tudták megoldani a feladat b. részét, ám erre is érkeztek helyes megoldások.

Benkő Zoltán

HO-22. a) A feladatban szereplő, $v = 220 \text{ m/s}$ sebességű C_{60} molekula hullámhossza a de Broglie összefüggés alapján számítható. A C_{60} moláris tömege: $M = 720,0 \text{ g/mol}$, és egyetlen C_{60} molekula tömege:

$m = M / N_A = 1,196 \cdot 10^{-24} \text{ kg}$, ahol $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} / \text{mol}$ az Avogadro-szám.

Ezt beírva a de Broglie összefüggésbe, adódik a hullámhossz:

$\lambda = h / (m \cdot v) = 2,5 \text{ pm}$, ahol $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ a Planck-állandó.

b) A k -adrendű erősítés helye a detektoron: $D_k = L \cdot \text{tg} \alpha_k$, ahol L a rések és a detektor távolsága (a feladatban $L = 1,25 \text{ m}$) és α_k a k -adrendű erősítéshez

tartozó szög. Másrészt pedig ismert a $\sin \alpha_k = \frac{2k \lambda}{d}$ összefüggés,

amelyben d a rések távolságát (itt $d = 100 \text{ nm}$), k az erősítés rendjét, λ pedig a hullámhosszat jelöli.

$D_k = L \cdot \text{tg} \alpha_k =$

$$L \cdot \frac{\sin \alpha_k}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_k}} = L \cdot \frac{\frac{k \lambda}{d}}{\sqrt{1 - \left(\frac{k \lambda}{d}\right)^2}} = L \cdot \frac{k \cdot 2,519 \cdot 10^{-5}}{\sqrt{1 - k^2 \cdot 6,346 \cdot 10^{-10}}} \approx L \cdot k \cdot 2,519 \cdot 10^{-5}$$

ahol a közelítés az első néhány erősítés esetén megengedhető (a feladat pontosságán belül).

Ezek alapján, az első néhány intenzitásmaximum távolsága a detektoron:

$$\Delta D = L \frac{\lambda}{d} = 31 \text{ }\mu\text{m}.$$

(Megjegyzés: Az is elfogadható megoldás, ha valaki valóban kiszámolja az első néhány, például, az első öt maximum helyét, majd ezeket kivonva egymásból, megállapította, hogy ezek a feladat számítási pontosságán belül azonos, 31 μm -es távolságra találhatók egymástól. Érdemes viszont kipróbálni, hogy az itt leírt, általánosabb megoldásban alkalmazott elhanyagolás mekkora k értékeknél okozna már a második tizedes jegyében eltérést...)

c) Ha feltételezzük, hogy a kísérletben a két résen való szóródáson kívül más fizikai folyamattal nem kell számolnunk, akkor a kisebb intenzitású maximumok nyilván egy másik – esetleg szennyezőként a rendszerbe került – részecskétől származhattak. A megadott kísérleti eredmények alapján kiszámíthatjuk ennek a tömegét, majd javaslatot tehetünk az anyagi minőségére, összetételére.

Tehát az a) és b) pontban követett gondolatmenetet „visszafelé” végigjárva:

$$\lambda' = \Delta D' \frac{d}{L} = 2,160 \text{ pm}.$$

Tegyük fel, hogy ez az ismeretlen anyag szintén a molekulaforrásként szolgáló kemencéből származik, és így a sebessége $v = 220 \text{ m/s}$. Ekkor a moláris tömege, felhasználva a de Broglie összefüggést:

$$M' = N_A \frac{h}{\lambda' v} = 839,7 \text{ g/mol}.$$

Ilyen moláris tömeggel nyilván sokféle anyagot el lehetne képzelni, de figyelembe véve, hogy a vizsgált minta C_{60} , lehetséges, hogy egy nagyobb fullerén is jelen volt szennyezőként. Ezek alapján ésszerű lehet az, hogy a kisebb intenzitású maximumok a mintát szennyező C_{70} molekuláktól származhattak.

Mátyus Edit

Feladatok

A dolgozatokat a következő címen várjuk 2007. március 29-ig postára adva. A később postázott leveleket nem tudjuk figyelembe venni a pontversenyben! Kérjük a formai követelmények figyelembe vételét!

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A feladatsor az idei olimpia orosz szervezői által ajánlott felkészítő feladatok alapján készült. A fordításban részt vett Varga Szilárd. A feladatok hosszúak és több részkérdésből állnak, ezért a **HO** feladatsorba nem külön példák, hanem minden feladat utolsó részkérdése került. A **H** pontversenyben ezek nem számítanak.

H66. A vas az emberi szervezet életfunkcióinak fenntartásához szükséges elemek közül az egyik legfontosabb. Hiánya vérszegénységet okoz, amit általában Fe(II) pótlással kezelnek. A Fe(III) terápiás hatása sokkal kisebb. A Fe(II) egy meglehetősen erős redukálószer, ami gyorsan Fe(III) -má oxidálódik. Ezért az összvastartalom és a Fe(II) és Fe(III) külön-külön történő meghatározására szolgáló módszerek egyaránt szükségesek a gyógyszerek minőség ellenőrzésénél.

Az összvastartalom meghatározásához először általában minden komponenst kvantitatíven Fe(II) -vé vagy Fe(III) -má alakítanak.

a) Az alábbi redoxpotenciál-értékek szerint mely oxidálószerrel tudják a Fe(II) -t Fe(III) -má alakítani standard körülmények között? Írd fel az oxidációs reakciók rendezett ionegyenleteit!

oxidált alak	redukált alak	E°, V
Fe^{3+}	Fe^{2+}	+0,77
HNO_3	$\text{NO (+H}_2\text{O)}$	+0,96
$\text{H}_2\text{O}_2 \text{ (+H}^+)$	H_2O	+1,77
I_2	I^-	+0,54
Br_2	Br^-	+1,09

Az összes vas Fe(III)-má történő oxidációja után annak teljes mennyiségét meghatározhatjuk, ha leválasztjuk Fe(OH)_3 formájában. A csapadékot kihevítve Fe_2O_3 -t kapunk, melynek tömegét mérjük.

b) *Becsüld meg a FeCl_3 0,010 M-os vizes oldatának pH-ját!* Tételezd fel, hogy a Fe(OH)_2^{3+} kation egyértékű sav, amelynek disszociációs állandója $K_s = 6,3 \cdot 10^{-3}$.

c) *Mekkora pH-n kezdődik a Fe(OH)_3 csapadék oldatból történő leválása?* A Fe(OH)_3 oldhatósági szorzata $K_{sp} = 6,3 \cdot 10^{-38}$.

d) *Milyen pH-n lesz teljes a Fe(OH)_3 csapadék leválása 100,0 mL 0,010 M-os FeCl_3 oldatból kiindulva?* Tekintsük teljesnek a csapadékleválást, ha az oldatban nem marad több, mint 0,2 mg Fe.

Megjegyzés: Minden pH értéket 0,1 pH egység pontossággal becsüljük meg.

A Fe(II) mennyiségét meghatározhatjuk Fe(III) jelenlétében savas közegben, KMnO_4 oldattal történő titrálassal. A vizes KMnO_4 oldat idővel lassan bomlik, ezért annak pontos koncentrációját közvetlenül a Fe(II) mérés előtt kell meghatározni.

A titrálás során 10,00 mL elsődleges standard oldatra, ami 0,2483 g As_2O_3 100,0 mL vízben való oldásával készült, 12,79 mL KMnO_4 mérőoldat fogyott. Ugyanezen mérőoldatból 15,00 mL 2,505 g Fe-at tartalmazó oldatra 11,80 mL fogyott.

e) *A vas milyen hányada található Fe(II) formájában az oldatban?*

Fe(II) és Fe(III) ionokat tartalmazó oldathoz borkősavat adunk. Az oldatot ammóniaoldattal semlegesítjük, majd feleslegben vett KCN-t adunk hozzá. Az oldatba merülő platina elektróddal +0,132 V feszültséget mértünk telített kalomel elektróddal szemben.

f) *Feltételezve, hogy az összes vas Fe(CN)_6^{n-} alakban található az oldatban, az eredeti vasminta mekkora része található Fe(II) formában?* A $\text{Fe(CN)}_6^{3-}/\text{Fe(CN)}_6^{4-}$ rendszer standard potenciálja +0,364 V. A telített kalomel elektród potenciálja +0,241 V. A mintaoldatok hőmérséklete 25°C. *Milyen mellékreakciók elkerülésére adtunk a mintához borkősavat és ammóniát? Írd fel ezen reakciók rendezett ionegeyenletét!*

H67. Az alacsony oxidációs állapotú kénvegyületek számos ipari hulladékban (metallurgia, papírgyártás, vegyipar) jelen vannak és veszélyes környezetszennyezők. Az alacsony oxidációs állapotú kén oldatban megtalálható leggyakoribb formái a S^{2-} , SO_3^{2-} és a $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ionok. Ezek mennyiségét különböző körülmények között végzett redoxititrálással meg lehet határozni.

Egy 20,00 mL-es S^{2-} , SO_3^{2-} és $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ tartalmú mintához feleslegben vett ZnCO_3 vizes szuszpenzióját adjuk. A reakció lejátszódása után az oldatot egy 50,00 mL-es mérőlombikba szűrjük, majd jelre töltjük. A felhígított szűrlet 20,00 mL-éhez vizes formaldehid oldatot adunk feleslegben. Az elegyet ecetsavval megsavanyítjuk és 5,20 mL 0,01000 M-os jódmérőoldattal megtitráljuk.

a) *Írd fel az analízis során lejátszódó reakciók rendezett ionegeyenleteit! Melyik iont (S^{2-} , SO_3^{2-} vagy $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) lehet meghatározni ilyen módon? Számold ki ennek az ionnak a kezdeti mintában lévő koncentrációját ppm-ben!*

0,01000 M-os jóddoldat egy 20,00 mL-es részletét megsavanyítjuk ecetsavval és 15,00 mL felhígított szűrlettel elegyítjük. Az így kapott elegyet 6,43 mL 0,01000 M-os nátrium-tioszulfát mérőoldattal titráljuk meg.

b) *Írd fel az analízis során lejátszódó reakciók rendezett ionegeyenleteit! Melyik ion koncentrációját (S^{2-} , SO_3^{2-} vagy $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) lehet meghatározni ilyen módon az előző mérés eredményének figyelembe vétele mellett? Számold ki ennek az ionnak a kezdeti mintában lévő koncentrációját ppm-ben!*

0,05000 M-os jóddoldat egy 10,00 mL-es részletét megsavanyítjuk ecetsavval és 10,00 mL eredeti, S^{2-} , SO_3^{2-} és $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ tartalmú mintával elegyítjük. Az így kapott elegyet 4,12 mL 0,05000 M-os nátrium-tioszulfát mérőoldattal titráljuk meg.

c) *Írd fel az analízis során lejátszódó reakciók rendezett ionegeyenleteit! Melyik ion koncentrációját (S^{2-} , SO_3^{2-} vagy $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) lehet meghatározni ilyen módon az előző két mérés eredményének figyelembe vétele mellett? Számold ki ennek az ionnak a kezdeti mintában lévő koncentrációját ppm-ben!*

Megjegyzések:

- A szerves oxo-vegyületek szulfitionokkal oxidációra kevésbé érzékeny vegyületeket képeznek.
- A formaldehidet a jód hangyasavvá oxidálja ugyan, de ez a reakció nagyon lassan játszódik le és csak visszaméréssel mérhető. Az alacsony oxidációs állapotú kénvegyületek közvetlenül is titrálhatók jóddal.
- A ppm-ben mért koncentráció, ha más kikötést nem tesz a feladat, a tömegtört egy milliomod részét jelenti.

H68. 1871-ben Mengyelejev egy cikket jelentetett meg az Orosz Kémiai Társaság folyóiratában, amelyben három, addig ismeretlen elem tulajdonságait részletesen írta le. Az elemeket, amelyeket ő ekabór, ekaalumínium és ekaszilícium névvel jelölt 15 éven belül felfedezték. Érdekes módon mindhárom földrajzi eredetű nevet kapott.

a) *Mi volt ez a három elem?*

Az első periódusos rendszerben 66 elem szerepelt, ezek közül 3 volt ismeretlen. A maiban 118 elem található. Az utolsót 2005-ben fedezték fel egy orosz és egy amerikai kutatóintézet kooperációjában. Kalcium-48 atommagokkal kalifornium-249 magokat tartalmazó céltárgyat bombáztak. A megfigyelések során háromszor is észleltek olyan alfa-bomlási sort, ami a 118. elem 294-es tömegszámú izotópjából indult.

b) *Írj fel rendezett egyenleteket a 118. elem keletkezésének és alfa-bomlásának magreakciójára!*

c) *A periódusos rendszer melyik csoportjába tartozik a 118. elem? Mi az elektronkonfigurációja?*

d) *A csoportjában található elemek tulajdonságaiból megbecsülve próbáld megjósolni a 118. elem olvadáspontját, forráspontját, atomsugarát, első ionizációs energiáját és oxidjának képletét (a legnagyobb oxidációs állapotban)!*

H69. Egy oldat magnéziumtartalmát a következő módon határozták meg. Az oldatot sósavval megsavanyították, majd ammónia adagolásával enyhén bázisos kémhatásúra állították és $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ oldat feleslegével

elegyítették. A kapott MgNH_4PO_4 csapadékot leszűrtek, híg ammóniaoldattal mosták és 1000°C -on tömegállandóságig hevítették.

- Írd fel a csapadékleválás ionegyenletét és a hevítés során lejátszódó folyamat egyenletét!*
- Az oldatot egy gyógykészítmény 1,8005 g-os mintájából készítették. Hány tömegszázalék MgO -t tartalmazott a készítmény?*

A MgNH_4PO_4 leválása során más anyagok is szennyezhetik a csapadékot, mint pl. MgHPO_4 , $\text{Mg}(\text{NH}_4)_4(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ és NH_4Cl .

- Mi történik a szennyezőkkel a hevítés során (reakcióegyenletek)? Milyen hatással van az egyes szennyezők jelenléte a módszer által adott magnéziumtartalomra?*
- Mekkora lehet legfeljebb a pH az oldatban, hogy a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ leválása elkerülhető legyen, ha az oldat 200 ml-jének 0,10 g volt a magnéziumtartalma.*

A MgNH_4PO_4 oldhatósági szorzatának meghatározásához a következő kísérletet végezték el. A csapadék leválás kezdetéig NaOH oldatot csepegtettek egy 100 ml oldathoz, amelyben a MgCl_2 , a NH_4Cl és a Na_2HPO_4 koncentrációja is 0,010 M volt. A csapadék 6,48-as pH-nál, elhanyagolható térfogatváltozás után jelent meg.

e) *Mennyi az oldhatósági szorzat?*

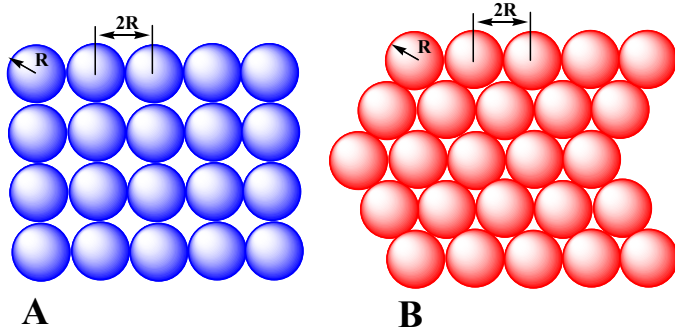
Adatok: H_3PO_4 : $K_{s1} = 7,1 \cdot 10^{-3}$; $K_{s2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$; $K_{s3} = 5,0 \cdot 10^{-13}$
 NH_3 : $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $\text{Mg}(\text{OH})_2$: $L = 6,0 \cdot 10^{-10}$

H70. „A feladat összeállítása során sem gyümölcsnek, sem zöldségnek nem esett bántódása.”

A paradicsomokat érdemes szállításhoz egyenletes rétegben elrendezni a polcokon. Tekintsük az alábbi ábrán bemutatott két elrendezést.

a) *Mi a két esetben a polc kitöltési hányadosa? Melyik elrendezés igényel kevesebb felületet?*

A keményebb zöldségek, mint a káposzta, ládába is pakolhatóak. Több elrendezés is lehetséges:



1. Az első réteg elrendezése az ábrán mutatott **A**. A második réteg ennek pontos másolata úgy, hogy a zöldségek a rétegekben épp egymás fölött vannak. Ez az ún. egyszerű köbös térkitöltés.
2. Az első réteg ismét **A** típusú, de második rétegben épp az üres helyek fölé kerülnek a zöldségek (tércentrált köbös elrendezés).
3. Az első réteg **B** típusú. A második ennek pontos másolata úgy, hogy a zöldségek a rétegekben épp egymás fölött vannak. Ez az ún. hexagonális térkitöltés.
4. Az első réteg **B** típusú, de a második rétegben a zöldségek épp az üres helyek fölé kerülnek (hexagonális szoros térkitöltés).

b) *Mi a fenti elrendezések térkitöltési hányadosa? Melyik a leggazdaságosabb?*

A 4. elrendezés esetében igazából két változat létezik. Ha a harmadik réteg zöldségei épp az első réteg zöldségei fölé kerülnek, akkor kapjuk az igaz hexagonális szoros térkitöltést (4a). Ha a harmadik rétegben a zöldségek alatt az első és második rétegben is üres helyek vannak, akkor a lapcentrált köbös elrendezést (4b) kapjuk.

c) *Mekkora lesz ennek az elrendezésnek a térkitöltési hányadosa? Milyen hatással van a térkitöltésre, ha a 4. elrendezés két változata keveredik?*

Egy vállalkozó kedvű és türelmes zöldséges barack és dinnye gazdaságos szállításához azt találta ki, hogy a barackot a szépen elrendezett dinnyék között maradó üres helyekre pakolja.

d) *Legfeljebb mennyi lehet a barackok és dinnyék sugarának hányadosa, hogy a barack ne nyomódjon meg, ha*

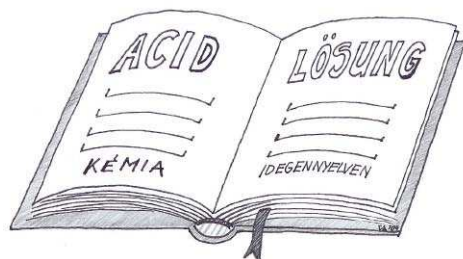
- i. a dinnyék elrendezése 1. szerinti és a barackok a 8 dinnye által közrefogott (köbös) helyekre kerülnek?
- ii. a dinnyék elrendezése 2. szerinti és a barackok a 6 dinnye által közrefogott (oktaéderes) helyekre kerülnek?
- iii. a dinnyék elrendezése 4b. szerinti és a barackok a 6 dinnye által közrefogott (oktaéderes) helyekre kerülnek?

e) *Dinnyénként hány barackot lehet a fenti három elrendezésben bepakolni és milyen értékig mehet fel a térkitöltési hányados ezekben az esetekben?*

f) A jobb szellőzés miatt célszerű nem tenni közvetlen egymás melletti helyekre barackot. *Dinnyénként hány barack pakolható be így a ii. és iii. elrendezésben?*

A derék zöldségesnek még egy zseniális ötlete támadt. A iii. elrendezés szerint tölti meg kocsiját dinnyével és barackkal, de a 4 dinnye által körbezárt (tetraéderes) helyekre almákat is pakol. *Hány alma rakható be így dinnyénként?*

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia angolul
Szerkesztő: Sztáray Judit

Kedves Diákok!

Nagyon örülök, hogy lankadatlan lelkesedéssel fordítjátok a feladott szövegeket. Külön köszönöm mindenkinek, aki az interneten küldte be a fordítását.

A mostani számban megtalálhatjátok a decemberi szám mintafordítását, valamint az idei tanév utolsó fordítandó szöveget. Figyelem: aki az emelt szintű versenyben szeretne részt venni, annak az alaszintű szöveget is le kell fordítania, mert így lesz teljes a kép!

Internetes honlapunk címe nem változott: <http://szj.web.elte.hu/kokel>. Az eredményeket, a összes többi információval együtt, itt találjátok meg leghamarabb!

A 2006/5. számban közölt szakszöveg mintafordítása:

Alapszintű fordítási szöveg

Megvakulok az aszpartámtól?

A kérdésed inkább igazán az aszpartámban lévő metanol lehetséges hatásaira vonatkozik, mint az aszpartámra magára. Az aszpartám egy

mesterséges édesítőszer, mely két aminosavból, fenilalaninból és aszparaginsavból, és egy alkoholból, a metanolból áll össze.

Az aszpartámot azért használják, mert kb. 200-szor édesebb, mint a sima cukor. Mivel 1 gramm aszpartám (ami alapvetően kalóriamentes) 2 teáskanál cukrot (amiből egy teáskanál 16 kalóriát tartalmaz) képes helyettesíteni, ezért az aszpartámmal készített ételek sokkal kevesebb kalóriát tartalmaznak, mintha cukrot használtak volna. Ellentétben más ételkiegészítőkkel, mint például a mesterséges zsír, az olesztra, az aszpartámot a szervezetünk megemésztí.

Az a tény, hogy az aszpartámot megemésztí a szervezetünk, ez teszi ilyen vitatottá. Miután egy aszpartámmal édesített terméket iszol vagy eszel meg, az aszpartám a kiindulási összetevőivé bomlik le: fenilalaninná, aszparaginsavvá és metanollá. A metanol kb. 10%-át teszi ki ezeknek a termékeknek. A metanol maga nem ártalmas, de a májunkban található enzimek két nagyon mérgező vegyületté bontják le. A nagy vita azon folyik, hogy vajon az aszpartámban lévő metanolból olyan mennyiségben képződnek-e ezek a mérgező anyagok, hogy az már káros legyen a szervezetünkre.

Képződik-e az aszpartámból az emberre káros mennyiségű metanol?

A rövid válasz: nagyon nagy a vita e kérdés körül. A legtöbb ember rendszeresen akár 10 mg metanolt is elfogyaszthat naponta a normális étrendje részeként. Egy 12 unciás (3dl-es) aszpartámmal édesített üdítőital kb. 200mg aszpartámot tartalmaz. Az emésztés után ennek az egy tizede (20mg) metanolként jelenik meg az étrendünkben.

Mi a metanol, és egyáltalán mit keres egy édesítőszerben is?

A metanol egyike azon alkoholoknak, melyek a szén-alapú vegyületek erjedése során általában keletkeznek. Egy alkohol nem más, mint egy víz (H_2O) molekula amelyben az egyik hidrogén atomot szénatomok és hozzájuk kapcsoló hidrogénatomok láncára cseréljük le. A metanol (CH_3OH) a legegyszerűbb alkohol, melynél a lánc egy szénatomból és a hozzá kapcsolódó három hidrogén atomból áll. Az etanol (CH_3CH_2OH), a sör és más alkohol tartalmú italok részegítő alkotórésze, szénlánc kétszer ilyen hosszú. A metanol a természetben a gyümölcslevekben, a desztillált szeszes italokban, mint pl. a whiskyben, a borban és a sörben található meg. Egy átlagos pohár bor igen kis mennyiségű metanolt tartalmaz, 0,0041 és 0,02 térfogatszázalék között.

Összehasonlításképp, ugyanaz a pohár bor kb. 10-15% etanolt tartalmaz. A metanol sokkal édesebb az etanolnál, és már egy csekély mennyiség is zamatot ad ezeknek az italoknak. Ez az édesség teszi vonzóvá a metanolt, hogy mesterséges édesítőszerben használják.

Emelt szintű fordítási szöveg:

Bizonyos fokig minden alkohol mérgező, de a metanol sötét oldala a szervezetben történő lebontás során keletkező metabolitokban rejlik. A metanolt és az etanolt ugyanaz az enzimsorozat emészt meg. Ez a lépcsőzetes lebomlás végül is széndioxidot és vizet ad végtermékként. Ez a folyamat megakadályozza, hogy a szervezetben lévő etanol mennyisége mérgező szintre emelkedjen. Az etanol és metanol szerkezete közti csekély különbség eredménye azonban az, hogy a metanoltól ugyanazon folyamat köztes lépései során sokkal veszélyesebb vegyületek keletkeznek, mint a metanol maga.

Az első enzimatis reakció során a metanol formaldehiddé bomlik le. Ha a biológia órán boncoltál valaha békát, tapasztalhattad e vegyület sok felhasználása közül az egyiket. A formaldehid a fehérjékben lévő aminosavakkal reakcióba lép. A fehérjék aminosavak láncai, melyek nagyon egyéni szerkezetekké tekerednek fel. Ahogy a láncok feltekerednek, az megfelelő alakot és hajlékonyságot ad a fehérjéknek, hogy más molekulákkal kapcsolatba lépjenek. A formaldehid beáramlik a szövetekbe és a sejtekbe, ahol keresztkapcsolatot létesít a különböző aminosavak között. A fehérje mereven beleragad abba a konformációba, melyben volt és ezek után nem képes semmilyen reakcióra. Ez tulajdonsága teszi hasznossá a formaldehidet számos olyan kémiai eljárásban, amelyben egy bizonyos állapotban tartanak meg dolgokat. Néhány példa: balzsamozás, bőrcserzés, korrózió-megelőzés, faáruk kikészítése.

A formaldehid rákot is okozhat az emberi szervezetben, de ehhez hosszú időtartamú kitettség szükséges. A formaldehid nem tartózkodik sokáig az emberi szervezetben, mivel a metabolit-út második enzimje gyorsan hangyasavvá alakítja. A hangyasav szintén nagyon mérgező az emberre. A sejtek mitokondriumainak működését bontja meg. Normál

esetben a mitokondrium a sejt "energia forrása" és a működésének megbontása olyan, mintha egy nukleáris reaktort hirtelen leállítanának. Nemcsak minden sejtbeli folyamat áll le az energia hiánya miatt, de a sejtek maguk is szétrobbannak az által, hogy az energia termelésben részt vevő különböző molekulák nagy tömegben felhalmozódnak. Az látóideget alkotó sejtek különösen érzékenyek a hangyasavra, ezért is hozható szoros kapcsolatba a vakság és a metanol-mérgezés.

Forrás: <http://science.howstuffworks.com/question536.htm>

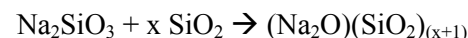
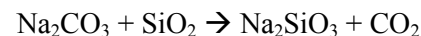
Következzen tehát a negyedik, egyben az utolsó forduló angol szakszövegei. A mostani cikk során az üveg kémiájával ismerkedhetünk meg jobban.

Alapszintű fordítási szöveg

Chemistry of Glass

Common glass contains about 70-72 weight % of silicon dioxide (SiO_2). The major raw material is sand (or "quartz sand") that contains almost 100% of crystalline silica in the form of quartz. Although it is almost pure quartz, it may still contain a small amount ($< 1\%$) of iron oxides that would color the glass, so this sand is usually enriched in the factory to reduce the iron oxide amount to $< 0.05\%$.

Pure silica (SiO_2) has a melting point of about $2,000^\circ \text{C}$ ($3,632^\circ \text{F}$). Pure silica can be made into glass for special applications, this is called fused quartz, and it contains primarily silica in amorphous (non-crystalline) form. But usually other substances are added to common glass to simplify processing: one is sodium carbonate (Na_2CO_3), which lowers the melting point to about $1,000^\circ \text{C}$ ($1,832^\circ \text{F}$):



However, the soda makes the glass water soluble, which is usually undesirable, so "lime" (calcium oxide (CaO), generally obtained from limestone), some magnesium oxide (MgO) and aluminum oxide are added to provide for a better chemical durability. The resulting glass contains about 70 to 72 percent silica by weight and is called a soda-lime glass. Soda-lime glasses account for about 90 percent of manufactured glass.

Colors of the glass

Glass appears colorless to the naked eye when it is thin, though it can be seen to be green when it is thick, or with the aid of scientific instruments. However, metals and metal oxides can be added to glass during its manufacture to change its color.

Frequently used adducts:

- Iron(II) oxide results in bluish-green glass, frequently used for beer bottles. Together with chromium it gives a richer green color, used for wine bottles.
- Sulphur, together with carbon and iron salts, is used to form iron polysulphides and produce amber glass ranging from yellowish to almost black. In borosilicate glasses rich in boron, sulphur imparts a blue color. With calcium it yields a deep yellow color.
- Manganese can be added in small amounts to remove the green tint given by iron, or in higher concentrations to give glass an amethyst color. Manganese is one of the oldest glass additives, and purple manganese glass was used since early Egyptian history.
- Selenium, like manganese, can be used in small concentrations to decolorize glass, or in higher concentrations to impart a reddish color, caused by selenium atoms dispersed in glass. It is a very important agent to make pink and red glass. When used together with cadmium sulfide, it yields a brilliant red color known as "Selenium Ruby".
- Cadmium together with sulphur results in deep yellow color, often used in glazes. However, cadmium is toxic.

Emelt szintű fordítási szöveg:

Other metal and metal-oxid adducts:

- Small concentrations of cobalt (0.025 to 0.1%) yield blue glass. The best results are achieved when using glass containing potash, an impure form of potassium carbonate (K_2CO_3) mixed with other potassium salts. Very small amounts can be used for decolorizing.
- Tin oxide with antimony and arsenic oxides produce an opaque white glass, first used in Venice to produce an imitation porcelain.
- 2 to 3% of copper oxide produces a turquoise color.
- Pure metallic copper produces a very dark red, opaque glass, which is sometimes used as a substitute for gold in the production of ruby-colored glass.
- Nickel, depending on the concentration, produces blue, or violet, or even black glass. Lead crystal with added nickel acquires purplish color. Nickel together with small amount of cobalt was used for decolorizing of lead glass.
- Chromium is a very powerful coloring agent, yielding dark green or in higher concentrations even black color. Together with tin oxide and arsenic it yields emerald green glass. Chromium aventurine, in which aventurescence was achieved by growth of large parallel chromium(III) oxide plates, was also made from glass with added chromium.
- Adding titanium produces yellowish-brown glass. Titanium is rarely used on its own, is more often employed to intensify and brighten other coloring additives.
- Metallic gold, in very small concentrations (around 0.001%), produces a rich ruby-colored glass ("Ruby Gold"), while lower concentrations produces a less intense red, often marketed as "cranberry". The color is caused by the size and dispersion of gold particles. Ruby gold glass is usually made of lead glass with added tin.
- Uranium (0.1 to 2%) can be added to give glass a fluorescent yellow or green color. Uranium glass is typically not radioactive enough to be dangerous, but if ground into a powder, such as by polishing with sandpaper, and inhaled, it can be carcinogenic.

When used with lead glass with very high proportion of lead, produces a deep red color.

- Silver compounds (notably silver nitrate) can produce a range of colors from orange-red to yellow. The way the glass is heated and cooled can significantly affect the colors produced by these compounds. The chemistry involved is complex and not well understood.

Also, sometimes it is necessary to remove unwanted color caused by impurities to make clear glass or to prepare it for coloring. Decolorizers are used to precipitate out iron and sulfur compounds. Manganese dioxide and cerium oxide are common decolorizers.

As well as soda and lime, most common glass has other ingredients added to change its properties. Lead glass, such as lead crystal or flint glass, is more 'brilliant' because the increased refractive index causes noticeably more 'sparkles', while boron may be added to change the thermal and electrical properties, as in Pyrex. Adding barium also increases the refractive index. Thorium oxide gives glass a high refractive index and low dispersion, and was formerly used in producing high-quality lenses, but due to its radioactivity has been replaced by lanthanum oxide in modern glasses. Large amounts of iron are used in glass that absorbs infrared energy, such as heat absorbing filters for movie projectors, while cerium(IV) oxide can be used for glass that absorbs the damaging UV radiations.

Glasses that do not include silica as a major constituent are sometimes used for fibre optics and other specialized technical applications. These include fluorozirconate, fluoroaluminate, and chalcogenide glasses.

In 2006 Italian scientists created a new type of glass using extreme pressure and carbon dioxide. The substance was named

amorphous carbonia (a-CO₂) which has an atomic structure resembling that of ordinary window glass.

Source: <http://en.wikipedia.org/wiki/Glass>

Beküldési határidő:

2007. április 20.

Minden egyes lap bal felső sarkában szerepeljen a beküldő teljes neve, iskolája és osztálya. Törekedjete az olvasható írásra, a nyomtatott formában beküldött dolgozatoknak külön örülök.

FONTOS: kérek szépen mindenkit, hogy amennyiben lehetősége van rá, emailben jutassa el hozzám a megoldást, mivel ebben a tanévben külföldön tartózkodom.

A fordítást a következő címre küldjétek:

szj@elte.hu

vagy

KÖKÉL Kémia idegen nyelven
ELTE Kémiai Intézet
Sztáray Judit
1518 Budapest 112., Pf.: 32

VERSENYHÍRADÓ



A feladatlapot készítette: Dr. Csányi Csilla

Lektorálta: Nadrainé Horváth Katalin

A 100 éves Magyar Kémikusok Egyesülete tiszteletére rendezett
KÉMIA ÉLŐBEN, TÁRGYBAN ÉS MINDEN PILLANATBAN
verseny második fordulójának feladatlapja

Kedves versenyző!

Gratulálunk a sikeres második fordulóba jutáshoz!. A feladatlapra nem szabad a nevedet felírnod, mert a verseny tisztaságának érdekében a feladatlapokat titkosítjuk. A feladatlap kitöltése után munkádat tedd be az adataidat tartalmazó lappal együtt a kapott borítékba. Segédanyagként csak a feladatlaphoz csatolt periódusos rendszert és számológépedet használhatod. Ügyelj arra, hogy a munkád olvasható legyen. A feladatokat gondosan olvasd el! Sok sikert kíván a versenybizottság.

I. feladat: Néhány sav tulajdonsága

	Sósav	Kénsav	Foszforsav	Szénsav
Anionjának neve				
1 molja maximum hány mol nátrium-hidroxiddal reagál?				

Add meg a jelzett sav a táblázat baloldali oszlopában megadott mennyiségének tömegét!	$1,2 \cdot 10^{23}$ db molekulája		0,1 mol protont ad		0,2 molja		0,2 mol KOH-t közömbösít	
Mit tapasztalunk, ha az adott savhoz a jelzett anyagot hozzáadjuk?	kalcium		cukor		lakmusz		meszes víz	

Megoldás:

	Sósav		Kénsav		Foszforsav		Szénsav	
Anionjának neve	kloridion		szulfátion		foszfátion		karbonátion	
1 molja maximum hány mol nátrium-hidroxiddal reagál?	1		2		3		2	
Add meg a jelzett sav a táblázat baloldali oszlopában megadott mennyiségének tömegét!	$1,2 \cdot 10^{23}$ db molekulája	7,3 g	0,1 mol protont ad	4,9 g	0,2 molja	19,6 g	0,2 mol KOH-t közömbösít	6,2 g
Mit tapasztalunk, ha az adott savhoz a jelzett anyagot hozzáadjuk?	kalcium	pezseg vagy gáz fejlődik	Cukor	megfeketedik vagy felfűjődik	lakmusz	vörös	meszes víz	fehér csapadék

Minden információ 1 pont, így az összes pontszám: **16 pont**.

II. feladat Hidroxidok vizsgálata

A következő feladatban az A-, a B- és a C-betűk ionokat jelölnek. „A” és „B” a periódusos rendszer 3. periódusában található elemek pozitív ionja. „A” töltésszáma 1, a „B” amfoter elemből képződik. A „C” pedig hidroxidion. Add meg a betűk kémiai jelét!

1. „A” kémiai jele:
2. „B” kémiai jele:
3. „C” kémiai jele:
4. Keletkeztess AC-vegyületet a megfelelő elem és víz reakciójával! A reakció végbemenetele érdekében milyen előkészítésre van szükség?
5. Keletkeztess BC-vegyületet a megfelelő elem és víz reakciójával! Milyen előkészítésre van szükség ebben az esetben?
6. Van-e mellékterméke az előbbi reakcióknak? Ha igen, akkor nevezd meg a keletkező anyagot vagy anyagokat!

Írd fel az előbbi folyamatokat kémiai egyenlettel!

- 7.
- 8.

Mi állapítható meg a kísérletekben szereplő hidroxidok vízzoldhatóságáról?

9. AC :
10. BC:

Állapítsd meg, hogy az említett hidroxidok 1 molja hány mol sósavval reagál maradék nélkül!

11. AC:
12. BC:

Ha „BC”-t kihevítjük, akkor az ipar számára jelentős vegyületet kapunk. Add meg az anyag hétköznapi és kémiai nevét!

- 13.

Az iparban a „BC” kihevítésekor keletkező vegyületet elektrolizálják.

14. Add meg a katód folyamat egyenletét:
15. Add meg az anód folyamat egyenletét:

Megoldás:

1. „A” kémiai jele: Na^+ 1 pont
2. „B” kémiai jele: Al^{3+} 1 pont
3. „C” kémiai jele: OH^- 1 pont

4. Keletkezhet. A (petróleum alól kivett) nátriumot késsel körül kell vágni, hogy az oxidréteget eltávolítsuk. 2 pont
5. Keletkezhet. Az alumínium csak akkor reagál a vízzel, ha a védő oxidréteget eltávolítjuk pl. szublimátba (HgCl_2) tesszük. 2 pont
6. Mindkét esetben hidrogén keletkezik. 1 pont
7. $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$ 1 pont
8. $2 \text{Al} + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}_2$ 1 pont
9. A NaOH igen jól oldódik vízben. 1 pont
10. Az $\text{Al}(\text{OH})_3$ rosszul oldódik vízben. 1 pont
11. 1 mol 1 pont
12. 3 mol 1 pont
13. timföld, alumínium-oxid 1 pont
14. $2 \text{Al}^{3+} + 6 \text{e}^- = 2 \text{Al}$ 1 pont
15. $3 \text{O}^{2-} = 3 \text{O} + 6 \text{e}^-$ 1 pont

Összes pontszám: **17 pont**

III. feladat: Egy probléma elemzése

„...Commodus császár palotájának egyik terme fölött a földem beszakadt. A levegőtől mintegy 2000 éve elzárt romok alatt oltott mészre bukkantak. Az oltott meszet ún. opus sectile márványintarzia réteg fedte. A rómaiak a meszet homokkal keverték és így rakták a téglák közé vagy kenték a falakra. Oltott meszet úgy nyertek, hogy jó minőségű mészkövet hevítettek égetőkemencében. Az így kapott égetett meszet vízbe helyezték, ennek bomlásakor jött létre az oltott mész.”

Részlet az Élet és tudomány 2004. Február 6-i számából

1. Commodus császár palotájában számos, az építkezésnél ma is használt anyagot találtak. Add meg ezek közül az oltott mész, a márvány, a homok és a mészkő lényeges összetevőjének ill. hatóanyagának képletét!

oltott mész márvány homok mészkő

2. Írd fel, hogy melyik kémiai folyamat mehetett végbe a rómaiak égetőkemencéiben! Add meg, hogy milyen típusú reakció ez a résztvevő anyagok száma és energiaváltozás szempontjából!
3. Milyen téves kifejezést használ a szöveg az égetett mészből oltott mész előállításával kapcsolatban? Miért hibás?

- Írd fel az oltott mész égetett mészből történő előállításának egyenletét! Milyen típusú kémiai reakció ez az energiaváltozás szempontjából?
- Írd fel annak a kémiai változásnak az egyenletét, amely a habarcs megkötését okozza! Mi lehetett az oka annak, hogy az oltott meszet eredeti állapotában találták meg?
- Számold ki, hogy hány m^3 standard nyomású és hőmérsékletű levegőre van szükség 37 kg oltott mész megkötéséhez! (A levegő összetétele 78 tf % nitrogén, 21 tf % oxigén, 0,03 % szén-dioxid + egyéb gázok.)

Megoldás:

- oltott mész márvány homok mészkő
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ CaCO_3 SiO_2 CaCO_3 4 pont
- $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ bomlás, endoterm változás 3 pont
- Az „égetett meszet vízbe helyezték, ennek bomlásakor jött létre az oltott mész”. Az oltott mész a víz és az égetett mész egyesülésekor keletkezik. 1 pont
- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ exoterm 2 pont
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 Az oltott meszet olyan helyen találták, ahol 2000 éve levegőtől el volt zárva. 2 pont
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 74 g 24,5 dm^3
 37 kg 12250 dm^3

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 \text{ levegőben}$$

$$\underline{40830 \text{ m}^3} \text{ levegő kellett volna} \longleftarrow$$

$$0,30 \text{ dm}^3 \text{ a } \text{CO}_2$$

$$12250 \text{ dm}^3 \quad 4 \text{ pont}$$

Összes pontszám: **16 pont**

IV. feladat: A salátalé összetétele

A boltokban 20 tömegszázalékos ecet (ecetsav-oldat) is kapható, melynek sűrűsége $1,0261 \text{ g/cm}^3$. Salátalé készítésekor 4 cm^3 ecethez 200 cm^3 vizet teszünk. A víz sűrűsége $1,00 \text{ g/cm}^3$.

- add meg a kimért ecetsavoldat tömegét!
- hány g ecetsavat tartalmaz a kimért oldat?
- hány tömegszázalékos lett az elkészült salátalé?

Megoldás:

$$m = \rho \cdot V \quad m = 4,1 \text{ g}$$

$$4,1 \text{ g} \cdot 0,2 = 0,82 \text{ g}$$

$$m(\text{salátalé}) = 4,1 \text{ g} + 200 \text{ g} = 204,1 \text{ g}$$

$$\frac{0,82}{204,1} = 0,004 \xrightarrow{\cdot 100} 0,4\%$$

1 pont

1 pont

1 pont

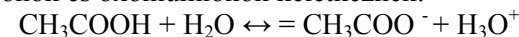
2 pont

- a kimért ecetsavoldat tömege 4,1 g.
- az oldat 0,82 g ecetsavat tartalmaz.
- a salátalé 0,4 tömegszázalékos.

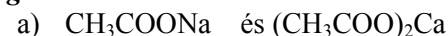
Összes pontszám: **5 pont**

V. feladat: Az ecetsav és vegyületei

Az ecetsav a víznek az alábbi egyenlet szerint protont ad át, melyben acetátionok és oxóniumionok keletkeznek:



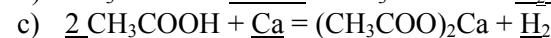
- Az egyenlet ismeretében írd fel a nátrium-acetát és a kalcium-acetát képletét!
- Írd fel a nátrium-acetát képződésének egyenletét közömbösítéssel!
- Írd fel a kalcium-acetát képződését elemi fémről és savból kiindulva!
- A kémiai reakciók melyik típusába tartozik a c) válaszban leírt reakció?
- Ha (pl. ozmózis kísérletekhez) tojást ecetsavba teszünk, annak segítségével leoldható a tojás meszes héja. Ebben a reakcióban is keletkezik kalcium-acetát. Írd fel a kémiai reakció egyenletét!

Megoldás:

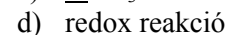
2 pont



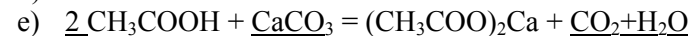
2 pont



2 pont



1 pont



2 pont

Összes pontszám: **9 pont**

VI. feladat: A vízminőség

A szerves anyagok mennyiségének ismerete nélkülözhetetlen a vizek minőségének megítélésében. A vizekben a széntartalmú anyagok egy része mikroorganizmusok hatására tökéletesen oxidálódik.

1. Szobahőmérsékleten gázhalmazállapotú.
2. Vörösbarna színű.
3. Vizes oldata a fenolftaleint megpirosítja.
4. Szobahőmérsékleten szintelen gáz.
5. Vízzel reagáltatva savas kémhatású anyag keletkezik.
6. Mérgező.
7. Réz és salétromsav reakciójával előállítható.
8. Vízzel kénessavvá egyesül.
9. Erős bázis és gyenge sav sója.
10. Vizes oldata a lakmuszt megpirosítja, majd elszínteleníti.
11. Vízben jól oldódik.
12. Fehér, kristályos anyag.
13. A levegőnél nagyobb sűrűségű gáz.
14. Vizes oldata a kemény vízzel csapadékot képez.
15. Éghető gáz

Megoldás:

Név	Képlet	Az anyag jellemző tulajdonsága
Nitrogén-dioxid	NO_2	1, 2, 5, 6, 7, 11, 13,
Nátrium-karbonát	Na_2CO_3	3, 9, 11, 12, 14
Szén-monoxid	CO	1, 4, 6, 15
Nátrium-foszfát	Na_3PO_4	3, 9, 11, 12, 14
Kén-dioxid	SO_2	1, 4, 5, 6, 8, 11, 13,
Klór	Cl_2	1, 5, 6, 10, 13,

Minden helyesen beírt tulajdonság fél pont. Ha az összes pont törtszám, akkor a feladat összpontszáma felfelé kerekítendő.

Összes pontszám: $39/2 = 20$ pont

Gyakorlati feladat

Gyakorlati feladat megoldása közben.

Kedves Versenyző Csapat!

Előttetek hat tasakban, számokkal megjelölve, a háztartásban is gyakran használt porok valamelyike található: liszt, sütőpor, konyhasó, teaízesítő, gipsz, porcukor. (Vigyázat! A számozás csoportonként eltérő lehet! Csak a saját tálcád anyagainak sorszámaival dolgozz!) Találtok a tálcán kémcsöveket, fehér csempelapot, borszeszegőt, gyufát, univerzál-indikátort, sósavoldatot, szemcseppentőt, vegyszeres kanalat, kálium-jodidos jódoldatot (Lugol-oldat), kémcsőfogót, törőkendőt. Az a feladatok, hogy azonosítsátok a 6 tasakban levő anyagot. Adjátok meg a hat közül melyik anyag van az első, a második, stb. tasakban. Egy tasakban csak a felsorolt anyagok valamelyike található.

Vigyázzatok, hogy a kiadott minták ne legyenek nedvesek, mert használhatatlanná válhatnak a további kísérleteitek számára. Gazdálkodnotok kell az anyagokkal, hogy minden általatos elképzelt kísérlethez

elegendő legyen a kapott mennyiség, ezért kis mennyiségű anyagokkal dolgozzatok!. A Lugol-oldattal és a sósavval kapcsolatos kísérletekhez használjátok a csempelapot! A szilárd anyagból a csempelapra tegyetek egy kis kupacot, aminek közepébe fúrjatok egy kis lyukat, és ebbe cseppentsétek az 1-2 csepp reagenst.

A feladat elvégzését a mellékelt táblázatban kell dokumentálnotok. Az értékelésnek szempontja lesz, hogy ez a táblázat mennyire pontos és a lényeges információk közül mennyit tartalmaz, mennyire logikus. Javasoljuk, hogy a porokkal elvégzett egy-egy kísérlet után csoportosítsátok az ismeretlen anyagokat eltérő tulajdonságaik alapján, majd az így képzett csoporton belül lépésről-lépésre szűkítsétek a lehetőségeket egészen addig, amíg el nem juttok az anyag biztos felismeréséig. Ezeket a lépéseket valamint a hozzájuk kapcsolódó magyarázatokat is rögzíteni kell a jegyzőkönyvben! A feladatlapon megjelöljük azt is, hogy a feladatot mennyi idő alatt hajtottátok végre. Pontozzuk azt is, hogy mennyire tisztán és takarékosan dolgoztatok. A sütőpor és a teaízesítő összetételét, valamint az univerzál-indikátor pH-skáláját mellékeljük. Jó munkát, sikeres versenyzést!

A sütőpor összetétele: stabilizátor (dinátrium-difoszfát), térfogatnövelőszer (nátrium-hidrogénkarbonát, nátrium-karbonát, töltőanyag: kukorica-keményítő.

A teaízesítő összetétele: borkő-sav és vízdékonny töltőanyag.



Az univerzál indikátor pH skálája

Megoldás:

A 100 éves Magyar Kémikusok Egyesülete tiszteletére rendezett KÉMIA ÉLŐBEN, TÁRGYBAN ÉS MINDEN PILLANATBAN verseny második fordulójának feladatlapja			
Kísérlet (Mit csináltál?)	Megfigyelés (Mit tapasztaltál?)	Következtetés (A tapasztalatokból milyen következtetést vontál le?)	Magyarázat (Hogyan magyarázod a tapasztaltakat?)
1. Mind a hat anyagból egy keveset vízben oldunk.	Jól oldódik: 3. 5. és 6. Rosszul oldódik: 1. 2. 4.	Tehát 3. 5. és 6. a konyhasó, a cukor, a teaízesítő és az 1. 2. 4. a liszt, a gipsz és a sütőpor.	A vízben jól oldódók: ionvegyületek, vagy poláris kovalens kötésű anyagok. A vízben rosszul oldódók: a gipsz és a nagy molekulájú szerves vegyületek
2. A 3. 5. és 6. anyagokhoz univerzál-indikátort adunk.	A 3. és az 5. világos zöld 6. piros	A 3. és az 5. a konyhasó és a cukor 6. a teaízesítő	A konyhasó: ionrácsos, vízben jól oldódik, vizes oldata semleges kémhatású. A cukor hidroxil csoportjai miatt oldódik jól a vízben, ezek a vízhez hasonlóan semlegesek. A teaízesítő vízben jól oldódó borkősavat tartalmaz, és ez a víznek protont ad át, így a keletkező oxóniumionok miatt az oldat savas kémhatású.
3. A 3.-ból és az 5.-ből egy keveset hevítünk	5. nem változik 3. megolvad, megfeketedik, a kémcső falán vízpára	A NaCl olvadáspontja magas, ezért nem olvad meg, az 5. a konyhasó . A cukor hő hatására megolvad, majd cukorszén keletkezik. A 3. a porcukor .	A cukor hőbomlást szenved, melynek során éghető gázok, vízpára és cukorszén keletkezik.

Az 1. 2. 4-hez Lugolt adunk	2. és 4. megkékül, megfeketedik. (Hí- gítva kék!)	A liszt és a sütőpor keményítőt tartal- maz. Az 1. a gipsz.	A keményítő spirális molekuláiba befér- kőző jódmolekulák fénytörése (gerjeszt- hetősége) megválto- zik.
A 2. és a 4-hez sósavat adunk	4. pezseg	4. a sütőpor. A sütőpor NaHCO_3 -at, Na_2CO_3 -at tartalmaz, sósav hatására CO_2 szabadul fel. A 2. a liszt.	Egyenletek A liszt nem reagál a sósavval.

Minden egyéb helyes megoldás is elfogadható.



A verseny helyezettjei:

Szakközépiskola kategóriában:

1. helyezett „Thanulók” csapat

NYME Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola és Kollégium, Sopron

Felkészítő tanár: Horváth Luca

A csapat tagjai: Csontos Júlia Diána Németh Márk Suller Barnabás

2. helyezett „Görgey Artúr /Kókuszdió/” csapat

Boronkay György Műszaki Középiskola, Gimnázium és Kollégium, Vác

Felkészítő tanár: Réti Mónika

A csapat tagjai: Hulmány Eszter, Laki Balázs, Oláh Máté

3. helyezett „IGE” csapat

NYME Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola és Kollégium, Sopron

Felkészítő tanár: Horváth Luca

A csapat tagjai: Török Imre, Nagy Gergely, Juhász Erika

4. helyezett „Hegylakók” csapat

Mechatronikai Szakközépiskola és Gimnázium, Budapest

Felkészítő tanár: Kleeberg Zoltánné

A csapat tagjai: Hegyi Balázs, Faragó Dániel, Komlóssy Tibor

5. helyezett „Ásványos” csapat

NYME Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola és Kollégium, Sopron

Felkészítő tanár: Huszta Pálma

A csapat tagjai: Boros Bianka, Glück Norbert, Orbán Balázs

6. helyezett „Gyújtófák” csapat

Vedres István Építőipari Szakközépiskola, Szeged

Felkészítő tanár: Horváthné Kunstár Mónika

A csapat tagjai: Farkas Ágnes, Nádudvari-Szabó Gergő, Bali Csaba

7. helyezett „Hajnalpír” csapat

Irinyi János Környezetvédelmi és Vegyészeti Szakképző Iskola, Budapest

Felkészítő tanár: Stankovics Éva

A csapat tagjai: Várnai Bettina, Janik Dávid, Becze Imre

Gimnázium kategóriában:**1. helyezett „Kémikosok” csapat**

Vörösmarty Mihály Gimnázium, Erd

Felkészítő tanár: Tiringerné Bencsik Margit

A csapat tagjai: Dabóczi Mátyás, Pethő Bálint, Bosits Etele

2. helyezett „Üstökös” csapat

Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely

Felkészítő tanár: Fehérné Kiss Gabriella

A csapat tagjai: Bálint Krisztina, Tóth Anikó, Molnár Géza

3. helyezett „Mágikus savak” csapat

Eötvös József Gimnázium, Budapest

Felkészítő tanár: Várhegyi Anna

A csapat tagjai: Kádár Veronika, Balogh Eszter, Lauter Beatrix

4. helyezett „Atomvirág” csapat

Eötvös József Gimnázium, Budapest

Felkészítő tanár: Ferenczyné Molnár Márta

A csapat tagjai: Bieder Nikolett, Domonkos Anita, Somogyi Katalin

5. helyezett „Mákgubó” csapat

Vörösmarty Mihály Gimnázium, Erd

Felkészítő tanár: Tiringerné Bencsik Margit

A csapat tagjai: Mudra Katalin, Felföldi Lilla, Sajbán Mónika

6. helyezett „Királyvíz” csapat

Bethlen Gábor Újreál Gimnázium, Budapest

Felkészítő tanár: Dunayné Limbek Andrea

A csapat tagjai: Dávid Barnabás, Darvas Dóra, Balogh Zsolt

7. helyezett „Biológia” csapat

II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Budapest

Felkészítő tanár: Rimóczi Imréné

A csapat tagjai: Sándor Dávid, Kovács Tamás

8. helyezett „Sherlock Holmes” csapat

II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Vásárosnamény

Felkészítő tanár: Szabó Sándor

A csapat tagjai: Gazdag Ivett, Hézszer Eszter, Kósa Barbara

9. helyezett „Körös” csapat

Nicolae Balcescu Román Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium,
Gyula

Felkészítő tanár: Sarkadiné Szilágyi Ilona

A csapat tagjai: Cserháti Zoltán, Nagy Gergő, Soós Attila

10. helyezett „Büszkén, de C₄H₁₀” csapat

Corvin Mátyás Gimnázium és Műszaki Szakközépiskola, Budapest

Felkészítő tanár: Juhász Jenőné

A csapat tagjai: Farkas Attila, Grósz János, Nagy Armand

11. helyezett „Cornides István” csapat

Komáromi Selye János Gimnázium, Szlovákia

Felkészítő tanár: Dr. Habán László

A csapat tagjai: Rangelov György, Pócsik Gabriella

12. helyezett „Citrompótlók” csapat

II. Rákóczi Ferenc Gimnázium, Vásárosnamény

Felkészítő tanár: Szabó Sándor

A csapat tagjai: Liba Anita, Vezse Eszter, Boda István

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékletként vagy postán a következő címre: Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4010 Debrecen, Pf. 66. E-mail: tothzoltandr@yahoo.com, Telefon: 06 52 512 900 / 22581-es mellék.

Ludányi Lajos

Tábla és kréta vagy PowerPoint?

Bevezetés

A tanári eszköztár és a hozzá kötődő módszertan egy újabb taggal bővült közel két évtizede. A számítógép, majd az ehhez kötődő információs technológia a jövőkutatók szerint a jövő oktatási rendszerének meghatározó elemévé válik.

Vizsgálatom során arra kerestem a választ, hogy a számítógéppel segített óratartás legegyszerűbb formája, a PowerPointos prezentáció milyen

változást okoz a tanulók tudásszerkezetében, és ez a hatás mennyire hatékony a tudás megőrzésében.

A vizsgálathoz a hagyományos statisztikai módszereken túl egy a magyar kutatómódszertanban viszonylag új eljárást a tudástér-elméletet használtam fel. Ennek segítségével vizuális módon is megjeleníthetjük a tanulói tudásszerkezetet, illetve az abban végbemenő változást nyomon követhetjük.

A tudás felépülése

A kémia nehezen tanulható és tanítható tantárgy általános és középiskolai szinten egyaránt. A nehézség lényege, hogy a kémiai jelenségek magyarázata több szempontból is ellentmondásba kerül a tanuló köznap tapasztalataiból levont következtetéseivel. Az eredmények azt mutatják, hogy a legtöbb tévképzet annak a folyamatnak a során keletkezik, amikor a tanuló megpróbálja beépíteni egy adott kémiai jelenség magyarázatát az előzetes ismeretei, hiedelmei által meghatározott rendszerbe.

A természettudományok oktatásával kapcsolatosan legelterjedtebb nézőpont, a konstruktivista szemléletmód értelmében megfigyeléseinket, érzékszerveinkkel által nyert tapasztalatainkat befolyásolják a már felépített gondolati rendszerünk előzetes elvárásai. Ugyanígy egy kísérlet értelmezését, egy tankönyvi ábra jelentését, vagy a tanári magyarázat tanulói értelmezését is diákunk előzetes ismereteinek megfelelően átformálja. Ezekre az előzetes ismeretekre támaszkodva építi tovább saját tudásrendszerét, amelybe több-kevesebb sikerrel igyekszik beilleszteni, hozzákapcsolni a tananyagban előkerülő újabb jelenségeket. Ennek köszönhetően a tanulás nem egyszerűen egy tudástranszfer a tanártól vagy a tankönyvtől a diák felé, hanem a tanár számára láthatatlan és jórészt ellenőrizhetetlen, a tanuló által megvalósított építő folyamat. Hogy ez az építkezés a számkra kívánt irányba történjen, ehhez tanári módszereink és eszköztárunk folyamatos újítása, aktualizálása, felülvizsgálata szükségeltetik.

Ebben nyújt nagy segítséget számunkra a tudástér elmélet, amelynek segítségével grafikus módon, gráfok segítségével követhetjük az adott tanulócsoportban az oktatás hatására bekövetkező tudásszerkezet-változást, következtetéseket tudunk levonni belőle munkánk hatékonysá-

gáról, az eredmény ismeretében a tudáselemek sorrendjének felcserélésével pedig a tananyag felépülését az adott tanulócsoport tudásához tudjuk illeszteni.

Számítógépes prezentációhasználat

A témával kapcsolatos irodalom óriási, jelen írás során csak a prezentációval kapcsolatos néhány eredményt ismertetem:

Pavio (1991) statikus képek felidézhetőségével kapcsolatban végzett vizsgálatokat. Kettős kódolás elmélete (Dual Coding Theory) alapján ugyanazon információt kétféle, verbális és vizuális módon is képes vagyunk tárolni memóriánkban. Egy olyan közlési módnak tehát, ahol egyszerre vizuálisan és verbálisan is megkapjuk ugyanazt az információt - egyszerre két helyen történő rögzülése miatt -, sokkal nagyobb a megtartó ereje, mintha csak verbális közlés alapján rögzítenénk. A képi megközelítés könnyebb előhívhatósága segít abban, ha az egyik kódolás el is vész (többnyire a verbális), a másik rögzülés segítségével a fogalom még előhívható.

Mayer és munkatársai (1990) arra a következtetésre jutottak, hogy hosszú távú memóriánkban a verbális és a képi rögzítés rendszere független egymástól, ugyanakkor kapcsolat alakulhat ki közöttük. A Kettős kódolás elméletből tapasztalataik alapján levezettek az összefüggés elvét (Contiguity Theory), amelynek lényege, hogy egy multimédiás jellegű bemutató hatékonysága megnövekszik akkor, ha a szöveg és a képi megjelenítés egyidőben történik, nem pedig először elmondjuk, hogy mit fogunk majd a később, például az óra végén képen is látni.

Ezt *Baggett (1984)* vizsgálata is megerősítette, aki azt tapasztalta, hogy nagyobb tudásmegőrződést kapott annál a csoportnál, ahol a látható animációt azonnal vagy hét másodperccel később követte a verbális magyarázat; ellentétben azzal a csoporttal, ahol 14, illetve 21 másodperc is eltelt a kétféle információ átadása között.

Sloan és Thompson (2001) 9. évfolyamos tanulók esetében azt tapasztalták, hogy az tananyagátadást követően azonnal elvégzett t-próba nem jelzett szignifikáns különbséget a számítógépes és a kontrollcsoport tudása között. Egy hónap múlva elvégezve a t-próbát a két csoport között már szignifikáns különbség volt felfedezhető, az IKT eszközöket használó

csoport javára; ami azt bizonyítja, hogy a tudás megtartásában ez a módszer jóval eredményesebb.

Beets és Lobingier (2001) egyetemista diákok körében az órátartás módszereinek kedveltségét vizsgálta. Eszerint a diákok 33%-a hagyományos tábla-kréta módszerrel, 13% az írásvetítővel, 54%-uk pedig a bemutató szoftverrel tartott órát részesítette előnyben. A felmérés egyébként arra is rávilágított, hogy mindhárom módszer esetén igaz volt, hogy az adott módszert kedvelők jobb eredményt értek el a vizsgán, mint azok, akik nem ezt a módszert részesítették előnyben, de ezzel történt az órátartás.

Clark (1993) szerint a számítógép órai használatának legnagyobb előnye, hogy akár 30-50%-kal képes lerövidíteni a magyarázatra szánt időt. Ha pedig az adott fogalmat kevesebb idő alatt sajátítják el diákjaink, akkor az így nyert időt felhasználhatjuk más órai tevékenységekre, amelyekkel tovább erősíthető az adott fogalom megértése.

Russell és munkatársai (1997) tanulók elő és utótesztjének összehasonlító vizsgálata során megállapították, hogy azok a tanulók, akik a gázokra vonatkozó egyensúlyi folyamatok értelmezése során számítógépes animációval segítséget kaptak, jobb eredményt értek el, és kevesebb tévképzetrel voltak terhelve az oktatási folyamat végén.

Williamson és Abraham (1995) az anyagi részecskékre vonatkozóan végzett vizsgálatokat. Vizsgálatukban három csoportra osztották a diákokat, mindhárom csoport statikus képek és szóbeli információk alapján kapott tájékoztatást az anyagok felépüléséről, de a második és harmadik csoport ezzel kapcsolatban még animációs segítséget kapott. A harmadik csoport esetében pedig az összefoglaláskor ismét előkerültek az animációk. A teszteredmények egyértelművé tették, hogy a számítógépes animációt is ismerő csoportok jobb eredményt értek el a teszten a csak statikus képet használó csoport tagjainál. Ugyanakkor nem volt szignifikáns különbség a két animációt használó csoport között. Ennek okát abban látják, hogy csak az induláshoz kell vizuális-animációs segítség a tanulók számára, hogy megismerkedjenek a „szereplőkkel”, azok viselkedésével; a későbbiek során már maguk fűzik tovább ismereteiket, és nem szorulnak rá az animációs segítségre.

A vizualizáció egyik veszélyére *Sanger és munkatársai (2001)* hívták fel a figyelmet. Vizsgálatukban az oldatokban történő diffúziót és az ozmózisnyomást szemléltették a diákok számára animációval. Az animációt használó csoportban az a tévképzet kapott erőre, hogy az oldott ré-

szecskék mozgásának hajtóereje az, hogy ha a részecskék nem mozognának az oldatban, akkor leülepednének. Ugyanakkor az ozmózis nyomás szemléltetésére használt cukoroldat összetevőinek ábrázolása azt a tévképzetet váltotta ki belőlük, hogy a cukor nem tud feloldódni az oldatban, hiszen láthatóan külön van, azaz a homogén oldatból heterogén keveréket kreáltak.

Arasasingham és kollégái (2005) méréseikhez a tudástér-elméletet használva arra kerestek választ, hogy egy web-alapú, a sztöchiometriai ismeretek elsajátítását segítő számítógépes szoftver felhasználása miként változtatja meg a diákok tudásszerkezetét, a hagyományos csoporthoz képest. A szoftver grafikus prezentációkkal szemléltette a kémiai reakciók sztöchiometriáját, és segítségével a tanulók lépésről-lépésre ellenőrizhették tudásukat, míg a kontrollcsoport a hagyományos módon készült fel a vizsgára. A kutatócsoport tapasztalatai szerint a számítógépes módszer nem változtatta meg a diákok gondolkodási sablonjait, noha hatásosabb és sikeresebb volt. A szoftvert használó csoport tudása sokkal fókuszáltabb, rendezettebb képet eredményezett. Bár a számítógépes csoport átlagai sokkal jobbak voltak, de a két csoport gondolkodási sémáinak sorrendjében nem következett be változás.

A tudástér elmélet

A statisztikai programokon túl egyre több olyan programra bukkanhatunk, amelyek segítségével vizuális módon is megjeleníthetjük a tanulói tudásszerkezetet.

Ilyen módszer, – a Galois-gráf – már régóta jelen van a magyar pedagógiai kutatásokban (Takács, 2000). Én egy másik, ettől némileg eltérő elvet követő alkalmazást, a tudástér elméletet (Tóth, 2005) használtam a kutatáshoz.

Az elmélet lényege, hogy egy adott téma (például középiskolai szinten a sav-bázis témakör) sok részből tevődik össze (Arrhenius elmélete, Brønsted elmélete, savi disszociációs állandó, vízionszorzat, pH fogalom, pH számítása stb.). Ezek között a részek között kapcsolat van, és többé-kevésbé hierarchikus rendszert képeznek. A tudástér elmélet alapfeltevése, hogy ha egy diák meg tud oldani egy a hierarchia magasabb pontján lévő feladatot (például ki tudja számolni a pH-t a kémiai koncent-

rációból), akkor az ehhez a feladathoz kapcsolódó, de a hierarchia alacsonyabb szintjén lévő feladatokat is képes megoldani (például ismeri az oxónium-ion jelentőségét, vagy ismeri a pH skála beosztásának lényegét).

A továbbiakban használatos gráfok esetén azt a jelölésmódot használom, hogy az illető tanuló mely kérdésekre adott helyes választ. Tehát például a [3, 5, 6] a 3. az 5. és a 6. kérdésekre adott helyes válaszokból álló tudásállapot jelenti.

A vizsgálat módszere

Vizsgálatomat 2005-ben, egy gimnázium két 9. évfolyamos osztályának a segítségével végeztem. A két osztályt különböző tanár tanította. Az egyik tanár a hagyományos frontális eljárást használta, a másik pedig számítógépet használva – a tanórai és az otthoni munkában –, több vizualizációra és a köznapokhoz fűződő érdekességekre építette fel a tananyagot. A két tanár ugyanannyi időt szánt a tananyag átadásra.

A számítógép használatához kapcsolódó órán PowerPointtal történt az órátartás abban minimális animációval, szintén frontális módszerrel, kivetítőt használva. Magának az órának a vázlatát kibővítve, interaktív feladatokkal, tesztekkel, hasznos internetes linkekkel ellátva mindenki megkapta lemezen, és az otthoni gépén használhatta. Ezen kívül a hagyományos módon is folyt a feldolgozás, azaz a hagyományos táblát és módszereket is igénybe kellett venni például a feladatmegoldáshoz.

A vizsgált témakör elkezdése előtt tudásszint felmérést végeztem mind a két csoportban, majd a témakör zárása után, a témazáró dolgozatot követő órán, illetve 3 hónap elteltével, a nyári szünetről visszatérve.

A felmérés témaköre a sav-bázis fogalom, annak köznapokban is használható vonatkozásai voltak.

A felmérés kérdése

1. Sorolj fel három savas tulajdonságú anyagot!
2. Hány fajta kémhatás van?
3. Mi az a pH?

4. Mekkora a pH-skála maximum és minimum értéke?
5. A pH kiszámításához milyen koncentrációegység ismerete szükséges?
6. Sorolj fel három lúgos kémhatású anyagot!
7. Ha egy savat tízszeresére hígítunk, hogyan változik a pH-ja?

A felmérésem nem tekinthető reprezentatívnak, mivel:

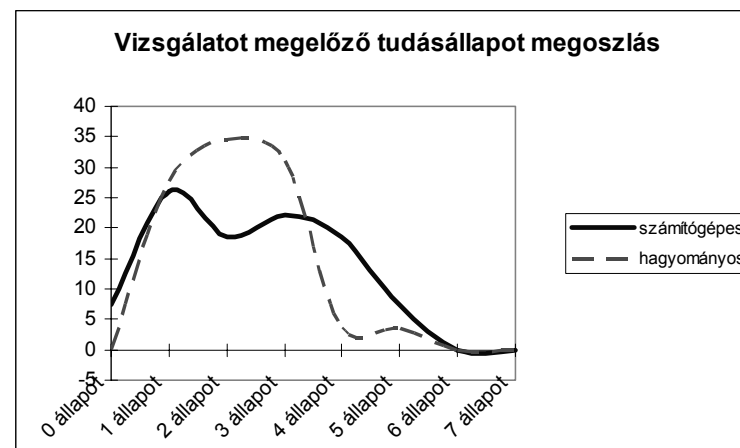
- Nem ugyanazon tanár tanította két különböző módon a tananyagot, így a tanárok személyiségéből adódó eltérést nem lehet korrigálni.
- Kicsi a minta elemszáma (frontális módszer: 28 tanuló számítógépes módszer: 27 tanuló)
- Csak egyféle kérdéssort használtam mindkét csoportnál, mindhárom esetben.
- A kérdések számának korlátozottsága miatt nem kellő mélységű a fogalomkör vizsgálata

Eredmények

Megelőző vizsgálatok:

Az előzetes teszt alapján elvégzett Levene-próbából és a függetlenségvizsgálatból kiderült, hogy a szórások között – a pH változásra vonatkozó tesztkérdés kivételével, amire nem érkezhetett jó válasz az ismeretek hiánya miatt – nincs szignifikáns különbség; a két osztály statisztikailag igazolhatóan azonos tudásállapottal kezdett neki a kísérletnek.

Megvizsgáltam a tudástér elmélet alapján is a két csoport tudáselemeinek megoszlását. Feltérképeztem az adott tudásszinten tartózkodó tanulók százalékos arányát, tehát hogy hány százaléka a diákoknak adott csupán egy helyes választ: ők az 1. állapotban találhatók; hányan adtak két helyes választ, ők a 2. állapotban található tanulók sít. Ábrázolva ezt a megoszlást, az látható, hogy a két haranggörbe lefutása közel azonos. A két görbe nem tökéletes „harang” lefutásának egyik oka a kis mintaszám (N=27, illetve N=28).



1. ábra A vizsgált és a kontrollcsoport tanulóinak hány százaléka volt képes megoldani 1,2,3... feladatot, ennek megfelelően sorolód-tak a megfelelő állapotba.

A tananyag lezárását követően történő vizsgálat eredményei

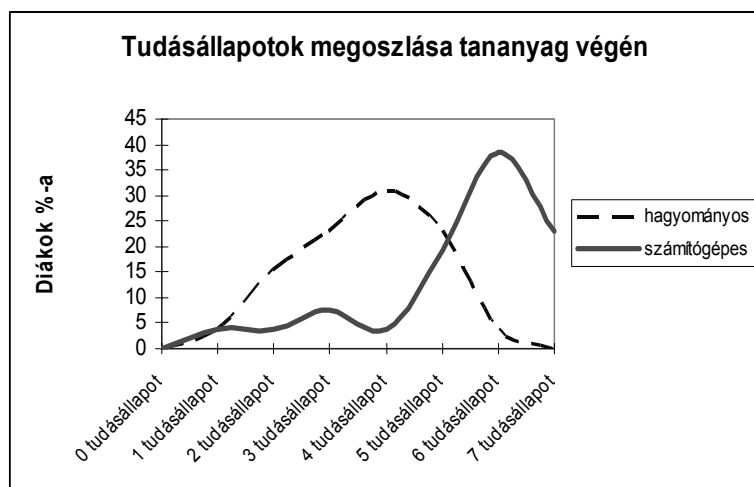
A téma feldolgozását követően megíratott feladatlap alapján készült statisztika átlagai alapján **nem volt szembeszökő különbség** a két csoport között. Az átlagok ismeretében tehát nem tűnik ki a PowerPoint használatával járó óratartás előnye a hagyományoshoz képest. A szórások tekintetében is csak egy item esetén volt tapasztalható nagyobb eltérés.

Kérdés	Csoport	Átlag	Std.szórás
3 sav felsorolása	számítógépes	2,654	0,689
	hagyományos	2,710	0,461
Hányféle kémhatás van	számítógépes	2,808	0,402
	hagyományos	2,871	0,341
Mi a pH	számítógépes	1,5	0,762
	hagyományos	1,548	0,768
pH maximuma-minimuma	számítógépes	1,962	0,196
	hagyományos	1,452	0,768

pH kiszámítása	számítógépes	0,5	0,510
	hagyományos	0,258	0,514
3 lóg felsorolása	számítógépes	2,462	0,948
	hagyományos	1,097	0,944
pH változása	számítógépes	0,577	0,504
	hagyományos	0,065	0,250

Az elvégzett függetlenségvizsgálat szerint is csak három kérdés esetén volt szignifikáns különbség a kétféle módszert használó csoport között. Ezek a pH maximuma-minimuma, a 3 lóg felsorolása és a pH változása.

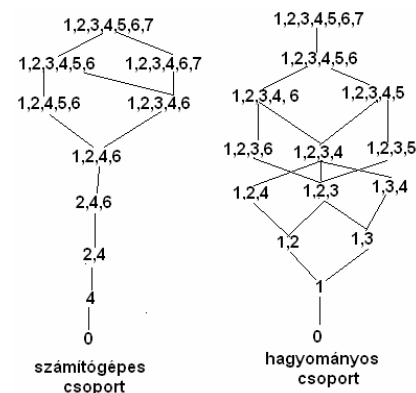
Ennél nagyobb különbséget sugall a két csoport között a tudástér elmélet alapján történő vizsgálódásom. Ekkor a tudásállapotok megoszlására a következő görbék adódnak:



2. ábra A tanulók hány százaléka volt képes egy, kettő, három stb. feladatot helyesen megoldani a tantárgyi blokk végén

Az 1. ábrán még egymásra simuló két haranggörbe egyaránt a növekvő tudás irányába mozdult el. Az előzetes felmérésnél a két görbe maximumát a két tudásállapotnyi helyre lehetett tenni; ehhez képest a számítógépes csoport tudásállapotait leíró haranggörbe négy állapottal mozdult el, a kontroll csoporté viszont csak kettőt.

Ha az optimalizált tudásszerkezet vizsgáljuk, azaz számítógépes módszerrel elkészítjük a csoport tudásszerkezetének lényegét tükröző gráfot, a tudástér; láthatjuk a gráf bonyolultságából, hogy a számítógép használata révén a pedagógus sikerebb volt az oktatási útvonal meghatározásában. A diákok többsége a pedagógus által tematizált utat választotta. Az órai és otthoni számítógép használat révén létrejött tudástér lényegesebben egyszerűbb a hagyományos módszerrel előálló tudástérnél.



3. ábra A téma feldolgozását követő tudástér gráfok
Számítógépes csoport esetén $\chi^2=2,800$ $p=0,995$
Hagyományos csoport esetén $\chi^2=0,996$ $p=0,995$

A tananyag megőrződése

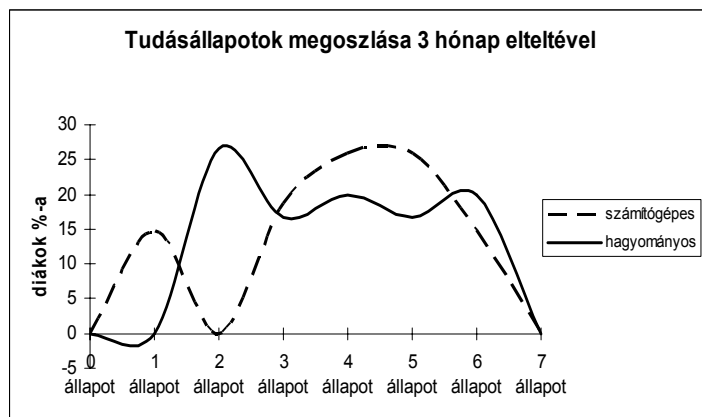
A három hónap elteltével történő vizsgálat az átlagokban nem talált egyértelmű összefüggést valamely módszer egyértelmű hatásossága mellett.

	Csoport	Átlag	Szórás
3 savas anyag	számítógépes	2,33	0,92
	hagyományos	2,60	0,67
hány fajta kémhatás	számítógépes	2,67	0,68
	hagyományos	2,93	0,25
mi az a pH	számítógépes	1,33	0,96
	hagyományos	1,1	0,96

pH max-min	számítógépes	1,52	0,64
	hagyományos	1,23	0,90
pH kiszámítása	számítógépes	0,04	0,19
	hagyományos	0,20	0,41
3 bázikus anyag	számítógépes	1,63	1,04
	hagyományos	1,07	0,74
pH változása	számítógépes	0,37	0,49
	hagyományos	0,37	0,49

A függetlenségi tesztet elvégezve is azt tapasztaltam, hogy – a három kémhatás és a három lúgos kémhatású anyag ismerete kivételével – **nem található szignifikáns ($p < 0,05$) különbség a két csoport tudása között.**

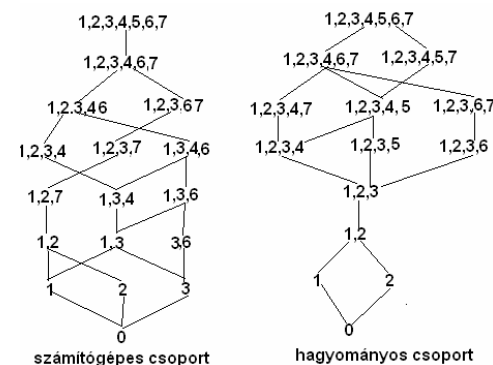
A tudásállapotok eloszlása meglepő eredményt produkált. A számítógépes csoport haranggörbéje a 6 tudásállapotnál lévő maximumról visszahúzódott 4,5-re, míg a hagyományos csoporté a 4-es értékről felment 4,5-re (4.ábra). Azaz módszertől függetlenül a két csoport tudásállapot megoszlása közel hasonló. A t-próba azon megállapítását, hogy a két csoport tudása közel homogénnek tekinthető, ez is megerősíti.



4. ábra A nyári szünet tudást törő hatását megkaphatjuk, ha összehasonlítjuk ezt az ábrát a 2. ábrával, a tananyagátadást követően tapasztalt megoszlással

A három hónap alatt bekövetkező felejtés nem egyszerűen csökkenti a tudás mennyiségét, hanem át is rendezi az egyes elemeit. Látható,

hogy az „utóérés” hatásaként a számítógépes csoportnál lényegesen bonyolultabbá vált a gráf a tananyag végén tapasztalható képest (vö.3. ábra), míg a hagyományos csoport esetében tulajdonképpen ugyanolyan bonyolult maradt, bár átrendeződött.



5. ábra Három hónap múlva a tudástér gráfok

Számítógépes csoport esetén

$$\chi^2=2,707 \quad p=0,995$$

Hagyományos csoport esetén

$$\chi^2=3,226 \quad p=0,995$$

Hogy valójában mekkora volt a tananyag megtartása, ezt a következő képlettel számoltam ki:

$$100 \cdot \frac{3 \text{ hónap elteltével mért átlag} - \text{előzetes felmérés átlaga}}{\text{tananyag végén mért átlag} - \text{előzetes felmérés átlaga}}$$

item maximális pontja

Ezzel a számítási módszerrel a hagyományos csoportnál 3 hónap múlva a hét item átlagát tekintve 25,6%-os a tudás megtartása, míg a számítógépes csoport esetén ez egy kicsivel jobb értéket, 30,3%-ot eredményezett.

Összegzés

A tudástér-elmélet segítségünkre lehet, ha a tanulói tudásszerkezetben végbement változás finomszerkezetét szeretnénk feltárni. A módszer segítségével nyomon követhető, hogy a pedagógus által az oktatása során hasznosnak tartott módszer mennyire volt fogadóképes a diákok részéről, mennyire sikerült tematizálnia az útvonalat.

Láthatóvá vált, hogy a kevesebb vizuális segítséget adó hagyományos módszer, jóval nagyobb „zavart” keltett a diákok tudásterében az új ismeret rögzítésekor. Sokkal több kapcsolat mutatható ki a csoportot alkotó diákok közös tudásterének elemei között. Ebben a zavart szerkezetben három hónap elteltével letisztulás mutatkozott.

A számítógépes csoport tanulói sikeresebben tudták az előismeret-ekhez kapcsolni a tanultakat. Fejlődésük egyértelműen nagyobb volt, mint kontrollcsoportos társaiké. Az oktatási folyamat végén egy nagyon egyszerű gráf jellemezte tudásterüket. Azonban az ismeretek rögzülése nem volt megfelelő, hiszen három hónap múlva a régi ismereteik sok esetben felülírták az újonnan szerzett tudásanyagot. Az új és régi ismereteik keveredése történt meg, és az így kapott tudástér is meglehetősen összetetté vált.

A számítógép használata - még így a legegyszerűbb módon, PowerPointot használva is - hatásosabb, mint a hagyományos módon vezetett óra. Ez a hatásosság mérésben azonnal, már a tananyagátadás végén jelentkezett. A diákok tudásteré rendezettebbé, koherensebbé vált. A vizualizáció, egy bizonyos szintű interaktivitás segített a diákoknak abban, hogy az új ismereteiket megfelelő módon illesszék az előzetes ismereteikhez.

A tudás megtartásában már nem volt egyértelműen kimutatható a módszer előnye. Egyik okát abban látom, hogy az írásbeli rögzítés elmaradt, a készen kapott digitális óravázlat miatt, és pusztán a vizuális és verbális közlés hatására nem történt meg az ismeretek olyan mértékű rögzülése a hosszú távú memóriában, mint azt néhány esetben a kontrollcsoportnál találtam. Mivel nagyobb mennyiségű tudást szereztek meg, mint a kontrollcsoport, és a tudásuk nagyobb százalékban őrződött meg (30,3% szemben a 25,6%-kal), ennél fogva a megszerzett tudásból is nagyobb mennyiség őrződött meg memóriájukban.

Bár felhasznált módszer a legprimitívebb az IKT eszköztárából, a tudásmegtartásra, az audiovizuális oktatás 30 nap elteltére vonatkozó re-

tenciós százalékának irodalmi adatánál (20%) nagyobb érték adódott. Nyilvánvaló, hogy egy nagy pedagógiai műgonddal elkészített, multimédiás, hipermédiás taneszköz ennél jóval nagyobb hatásfokot eredményezhet.

Irodalomjegyzék

- Arasasingham, R., Taagepera, M., Potter, F., Martorell, I. és Lonjers, S. (2005): Assessing the effect of web-based learning tools on student understanding of stoichiometry using knowledge space theory. *Journal of Chemical Education*, 8. 1251-1262.
- Baggett, P. (1984). Role of temporal overlap of visual and auditory material in forming dual media associations. *Journal of Educational Psychology*, 76, 408-417. In: Michael J. Sanger Computer Animations in Chemistry: What We Have Learned <http://faculty.cns.uni.edu/~sanger/Review.htm>
- Beets, S.D., & Lobingier, P. (2001). Pedagogical techniques: Student performance and preferences. *Journal of Educations for Business*, March/April 231-235.
- Clark, R. (1993). Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research*, 53, 445-459.
- Court M., L. Tung, R. Shehab, T. R. Rhoads és T. Ashford (2003): An adaptable learning environment that is centred on student learning and knowledge resolution *World Transactions on Engineering and Technology Education* 2. No.1, 2003.
- Doignon, J-P. és Falmagne, J-C. (1999): *Knowledge Spaces*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Mayer, R. E.; Gallini, J. K. (1990). When is an illustration worth ten thousand words? *Journal of Educational Psychology*, 82,
- Paivio, A. (1991). Images in Mind: The Evolution of a Theory. New York: Harvester Wheatsheaf. In: Michael J. Sanger Computer Animations in Chemistry: What We Have Learned <http://faculty.cns.uni.edu/~sanger/Review.htm>
- Russell, J. W.; Kozma, R. B.; Jones, T.; Wykoff, J.; Marx, N.; Davis, J. (1997). Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74, 330-334.
- Sanger, M. J.; Brecheisen, D. M.; Hynek, B. M. (2001). Can computer

animations affect college biology students' conceptions about diffusion & osmosis? *American Biology Teacher*, 63, 104-109. In: Michael J. Sanger: *Computer Animations in Chemistry: What We Have Learned* <http://faculty.cns.uni.edu/~sanger/Review.htm>

Sloan J. és T. Thompson (2001): Comparision of Hypermedia Learning and Traditional Instruction on Knowledge Acquisition and Retention *Journal of Educational Research* Vol.94. 4.

www.woodford.k12.ky.us/technology/trt/jsloan/electronicportfolio/hypermedia2.htm

Takács Viola (2000): *A Galois-gráfok pedagógiai alkalmazása*. Iskolakultúra-könyvek, 6. (Sorozatszerk.: Géczi János), Pécs.

Tóth Zoltán (2005): A tudásszerkezet és a tudás szerveződésének vizsgálata a tudástér-elmélet alapján. *Magyar Pedagógia* 105(1), 59-82

Williamson, V. M.; Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 521-534.

A kutatást az OTKA - T-049379 - támogatta

NAPRAKÉSZ



V. PEDAGÓGIAI ÉRTÉKELÉSI KONFERENCIA – PÉK 2007 FELHÍVÁS

Kedves Kollégák!

A Szegedi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karának Neveléstudományi Tanszéke, a SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola, az Inovex Továbbképző, Szolgáltató és Kereskedelmi Kft., valamint a Dél-alföldi Pedagógiai Szakmai Szolgáltató Intézet **2007. április 12-14-én** az MTA Szegedi Biológiai Központjában.

V. Pedagógiai Értékelési Konferencia – PÉK 2007

címmel tudományos tanácskozást rendez, amelyen való részvételi lehetőségre ezúton szeretnénk felhívni minden érdeklődő figyelmét. A meghívott előadók mellett a pedagógiai értékeléssel foglalkozó kutatóknak, pedagógiai szakértőknek, kutató pedagógusoknak szeretnénk lehetőséget nyújtani saját kutatási-fejlesztési eredményeik bemutatására. A konferencián elsősorban pedagógiai értékeléshez kapcsolódó empirikus kutatások, innovatív értékelési módszerek, a pedagógiai értékelést a közoktatásban vagy a felsőoktatásban alkalmazó vizsgálatok, fejlesztő programok, pedagógiai

kísérletek, innovatív oktatási módszerek, illetve azok eredményei mutathatók be, továbbá az e területekhez kapcsolódó elméleti előadások tarthatók.

A konferencia regisztrációs díja a szakmai anyagot bemutató résztvevőknek **20.000 Ft**, más résztvevőknek (akik szakmai anyagot nem mutatnak be) **25.000 Ft**. A regisztrációs díj nem tartalmazza az egyéb szolgáltatások díját. Az étkezési és szálláslehetőségekről, ezek költségeiről a konferencia honlapján (<http://www.edu.u-szeged.hu/pek2007/>) tájékozódhatnak.

A Tudományos Programbizottság tagjai: Korom Erzsébet (elnök), SZTE; Balácsi Ildikó, Sulinova; Brassói Sándor, OKM; Csapó Benő, SZTE; Csikos Csaba, SZTE; Horváth Zsuzsa, OKI; Józsa Krisztián, SZTE; Ollé János, ELTE; Sarusi Etelka, CsMSzSzI; Tóth Zoltán, DE; Vass Vilmos, PE.

Tájékoztató

A Magyar Kémikusok Egyesületének Hajdú-Bihar megyei Szervezete és Debrecen Megyei Jogú Város Polgármesteri Hivatal Kulturális és Oktatási Irodája által a 2005/2006 tanévre meghirdetett pályázat eredménye:

Dijazásban részesültek

Általános iskolások kategóriájában

- I.díj: **Rantal Lilla Ibolya (7.a)**, Árpád Vezér. Általános Iskola
„Színvarázs a kémiában”
Kovács Bettina (7.a), Bocskai I. Ált. Iskola
„Vitaminok: szükséges és egészséges?”
- II.díj: **Kerti Rita és Kovács Judit (7)**, Benedek E. Ált. Iskola
„180 éves a debreceni fürdőkultúra”
Gimes Balázs (7), Bocskai I. Ált. Iskola
„A gazdaság üzemanyaga”
- III.díj: **Kerek Judit (7)** Bocskai I. Általános Iskola
„Életünk kémiai támaszai”
Rácz Réka (7), Bocskai I. Ált. Iskola
„Gyógyszerek régen és ma”

Középiskolások kategóriájában

I.díj: **Gönczi Ildikó (11)**, Hőgyes Endre Gimnázium
„Testünk építőkövei – a vitaminok”

II.díj: **Szőke Kitti (10)**, Ady Endre Gimnázium
„Vitaminok: Szükséges és elégséges”
Győri Zsuzsa (10), Ady Endre Gimnázium
„A nukleáris energia veszélyessége, radioaktivitás, Csernobil”

III. díj: **Kerti Levente (9)**, DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma
„Dr. Kenézy Gyula”
Holb Kinga (10), Ady Endre Gimnázium
„A balmazújvárosi HERBÁRIA Rt.”

A Magyar Kémikusok Egyesülete különdíjaként a diákok egy éves KÖKÉL előfizetést nyertek.

A díjazásban részesült diákok felkészítő tanárai:

Marchis Valér Bocskai I. Általános Iskola
egy első, kettő második és kettő harmadik helyezés

Maluska Lajos Árpád Vezér Általános Iskola
egy első helyezés,

Pálfi Andrásné Benedek Elek Általános Iskola
egy második helyezés,

Tóth Magdolna Hőgyes Endre Gimnázium
egy első helyezés,

Juhászné Vigh Irén Ady Endre Gimnázium
kettő második és egy harmadik helyezés

Dr. Bohdaneczky Lászlóné DE Kossuth Gyakorló Gimnázium
Egy harmadik helyezés

Dr. Zékány András H.-B. Megyei MKE elnök